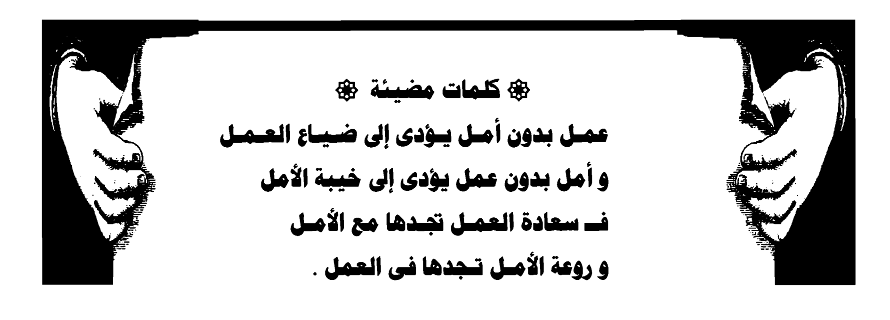
الباب الأول

العناصر الإنتقالية



مقدمة

مرحباً بك عزيزى طالب الصف الثالث الثانوى و تهنئة من القلب على إجتيازك الصف الثانى الثانوى بنجاح و نتمنى لك كل التوفيق فى هذا العام الجديد .

مذكرة المنار مع أطيب أمنياتى بالنجاح و التوفيق .

أهم أسباب التفوق فى الشهادة الثانوية (إن شاء الله)

❶ التقوى : يجب على الطالب أن يتق الله عز و جل فى افعاله و اقواله حتى يحصل على العلم عملا بقوله تعالي " و اتقوا الله و يعلمكم الله " لذلك يجب عليه تبعاً لذلك ترك المعاصى و التوبة إلى الله توبة نصوحا.

❷ المحافظة على الصلاة في أوقاتها خاصة صلاة الفجر .

❸ اللجوء لله بكثرة الدعاء له و التوكل عليه فى التوفيق فى المذاكرة و تحصيل العلم.

❹ تنظيم الوقت جيداً و عمل جدول أسبوعى للمذاكرة بحيث تكون هناك ساعات فى اليوم لمذاكرة الدروس الجديدة و عمل الواجبات و ساعات أخرى لمراجعة القديم ، كما يراعى فى التنظيم ان تراجع كل مادة على الأقل مرة واحدة فى الأسبوع.

❺ قبل المذاكرة اقرا و لو صفحة واحدة من القرأن الكريم بتركيز شديد و تمعن و تدبر حتى يكون ذهنك صافياً و بعد ذلك يبدأ عقلك فى التركيز فى تحصيل العلم فقط دون تشويش من اى مؤثر خارجى .

❻ ابدأ المذاكرة بدعاء قبل المذاكرة و اختمها بدعاء بعد المذاكرة .

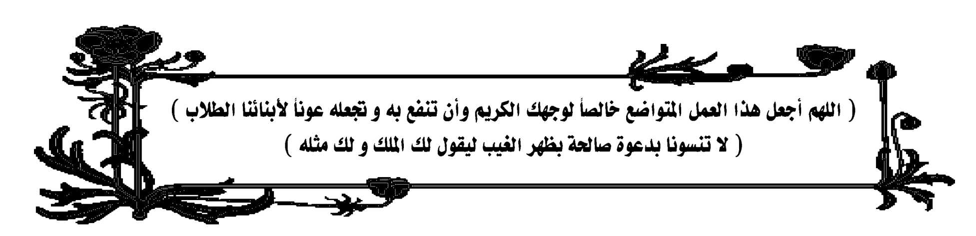
❼ أثناء المذاكرة حاول أن تستخدم عدة طرق لتثبيت المعلومات كالتالى : اقرأ الجزء الذى ستذاكره كاملاً أول مرة ثم قم بتقسيمه إلى عدة عناوين و اجزاء ثم ذاكر كل جزء على حدة بالصوت العالى مرة و بالقراءة مرة و بالكتابة مرة اخرى ثم ذاكر جميع الأجزاء معاً ثم قم بحل بعض الأسئلة على الدرس كاملاً .

🕮 دعاء قبل المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إنى أسألك فهم النبيين و حفظ المرسلين و إلهام الملائكة المقربين ، اللهم اجعل ألسنتنا عامرة بذكرك و قلوبنا بخشيتك و أسرارنا بطاعتك إنك على كل شئ قدير و حسبنا الله و نعم الوكيل " ❁

🕮 دعاء بعد المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إني أستودعك ما قرأت وما حفظت فرده علي عند حاجتي إليه يا رب العالمين " ❁



مقدمة :

- علمت من دراستك السابقة أن عناصر الفئتين (P , S) تقعان على جانبى الجدول الدورى الطويل .
- فى هذا العام سنتناول بالدراسة العناصر التى تقع فى المنطقة الوسطى للجدول الدورى بين عناصر الفئتين (P , S) و التى تسمى العناصر الإنتقالية .
- تحتوى المنطقة الوسطى من الجدول الدورى على أكثر من 60 عنصر أى أكثر من **نصف** عدد **العناصر** المعروفة .
- يمكن تقسيم العناصر الإنتقالية إلى **قسمين رئيسيين هما :**

١- **العناصر الإنتقالية الرئيسية** (Main transition metals عناصر الفئة d)

٢- **العناصر الإنتقالية الداخلية** (Inner transition metals عناصر الفئة f)

العناصر الإنتقالية الرئيسية

- **عناصر يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى d بالإلكترونات .**
- نظراً لأن المستوى الفرعى d **يتسع لعشرة** إلكترونات لذا توزع العناصر الإنتقالية الرئيسية فى **عشرة** أعمدة **رأسية** [**سبعة** تخص مجموعات B و **ثلاثة** تخص المجموعة الثامنة VIII] يبدأ العمود الأول منها (المجموعة IIIB) بعناصر تركيبها الإلكترونى $(n-1)d^1,ns^2$ ثم يتتابع إمتلاء المستوى الفرعى d حتى نصل العمود الأخير (المجموعة IIB) و يكون لعناصره التركيب الإلكترونى $(n-1)d^{10},ns^2$ وهذه الأعمدة هى :

قديماً	IIB	IB	VIII	VIII	VIII	VIIB	VIB	VB	IVB	IIIB
حديثاً	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3

ملحوظة :

- **تتكون** المجموعة **الثامنة** VIII من **ثلاثة** أعمدة **رئيسية** و هى المجموعات (8 , 9 , 10) .
- **تختلف** المجموعة **الثامنة** عن باقى مجموعات B فى أن **عناصرها الأفقية أكثر تشابهاً** من عناصرها **الرأسية** .

- يمكن تقسيم عناصر الفئة d فى الجدول الدورى الحديث لأربعة سلاسل أفقية هى :

a) **السلسلة الإنتقالية الأولى** (The first transition series) :

- تقع فى الدورة **الرابعة** بعد عنصر الكالسيوم .
- بزيادة العدد الذرى يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى 3d بالإلكترونات .
- تشمل **عشرة** عناصر (تبدأ بعنصر السكانديوم و تركيبه $Sc_{21} : 4s^2, 3d^1$ و تنتهى بعنصر الخارصين و تركيبه $Zn_{30} : 4s^2, 3d^{10}$) .

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم

b) **السلسلة الإنتقالية الثانية** (The Second transition series) :

- تقع فى الدورة **الخامسة** .
- بزيادة العدد الذرى يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى 4d بالإلكترونات .
- تشمل **عشرة** عناصر (تبدأ بعنصر اليتريوم و تركيبه $Y_{39} : 5s^2, 4d^1$ و تنتهى بعنصر الكادميوم و تركيبه $Cd_{48} : 5s^2, 4d^{10}$) .

c) **السلسلة الإنتقالية الثالثة** (The Third transition series) :

- **تقع فى الدورة السادسة** .
- بزيادة **العدد** الذرى يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى 5d بالإلكترونات .
- تشمل **عشرة** عناصر (تبدأ بعنصر اللانثانيوم و تركيبه $La_{57} : 6s^2, 5d^1$ و تنتهى بعنصر الزئبق و تركيبه $Hg_{80} : 6s^2, 5d^{10}$).

d) **السلسلة الإنتقالية الرابعة** (The Fourth transition series) :

- تقع فى الدورة **السابعة** .
- بزيادة العدد الذرى يتتابع فيها إمتلاء **المستوى** الفرعى 6d بالإلكترونات .

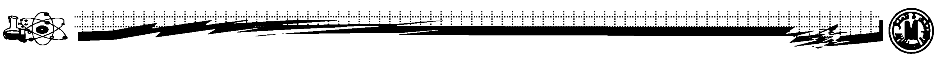
التركيب الإلكترونى لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى

العنصر	الرمز	التوزيع الإلكتروني	العنصر	الرمز	التوزيع الإلكتروني
سكانديوم	$_{21}Sc$	$[Ar] , 3d^1 , 4s^2$	**حديد**	$_{26}Fe$	$[Ar] , 3d^6 , 4s^2$
تيتانيوم	$_{22}Ti$	$[Ar] , 3d^2 , 4s^2$	**كوبلت**	$_{27}Co$	$[Ar] , 3d^7 , 4s^2$
فاناديوم	$_{23}V$	$[Ar] , 3d^3 , 4s^2$	**نيكل**	$_{28}Ni$	$[Ar] , 3d^8 , 4s^2$
كروم	$_{24}Cr$	$[Ar] , 3d^5 , 4s^1$	**نحاس**	$_{29}Cu$	$[Ar] , 3d^{10} , 4s^1$
منجنيز	$_{25}Mn$	$[Ar] , 3d^5 , 4s^2$	**خارصين**	$_{30}Zn$	$[Ar] , 3d^{10} , 4s^2$

- عدد عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى **عشرة** عناصر و تقع فى الدورة **الرابعة** بعد عنصر **الكالسيوم** و تركيبه الإلكترونى $Ca_{20} : [Ar_{18}] , 4s^2$ ثم يبدأ بعد ذلك إمتلاء الأوربيتالات **الخمسة** للمستوى الفرعى 3d (قاعدة هوند) بإلكترون مفرد فى كل أوربيتال بالتتابع حتى عنصر المنجنيز $3d^5$ ثم يتوالى بعد ذلك إزدواج إلكترونين فى كل أوربيتال حتى نصل إلى الخارصين $3d^{10}$.
- **يشذ عن التركيب الإلكترونى المتوقع عنصران هما :**

أ) **الكروم** Cr_{24} فتركيبه الإلكترونى هو $[Ar] , 3d^5 , 4s^1$ و **يفسر ذلك أن** المستويين الفرعيين 3d , 4s يكونا **نصف ممتلئين** و هذا يجعل الذرة أكثر **إستقراراً** (أقل **طاقة**) .

ب) **النحاس** Cu_{29} فتركيبه الإلكترونى هو $[Ar] , 3d^{10} , 4s^1$ و **يفسر ذلك أن** المستوى الفرعى 4s يكون **نصف** ممتلئ و المستوى الفرعى 3d **ممتلئ** و هذا يجعل الذرة أكثر **إستقراراً** (أقل **طاقة**) .



س : لماذا يسهل أكسدة أيون الحديد II إلى أيون الحديد III علماً بأن التركيب الإلكترونى لذرة الحديد هو :
$_{26}Fe : [Ar] , 3d^6 , 4s^2$

Ü : لأن أيون الحديد III أكثر **إستقراراً** لأن المستوى الفرعى <u>3d</u> **نصف ممتلئ** d^5 و التفاعل يسير فى إتجاه تكوين التركيب الأكثر **إستقراراً** .

التركيب الإلكترونى لذرة الحديد $_{26}Fe : [Ar] , 3d^6 , 4s^2$

س : لماذا يصعب أكسدة أيون المنجنيز II إلى أيون المنجنيز III علماً بأن التركيب الإلكترونى لذرة المنجنيز هو : $_{25}Mn : [Ar] , 3d^5 , 4s^2$

: ÜÜÜ

....

.... **(أجب بنفسك)**

مما سبق يمكن إستنتاج أن العنصر يكون فى حالة استقرار (أقل طاقة) عندما يكون المستوى الفرعى الأخير له : فارغ (d^0) – نصف ممتلئ (d^5) – تام الإمتلاء (d^{10}) .

- **ملحوظة هامة** :

الإمتلاء **الكلى** أو **النصفى** للمستوى الفرعى **ليس هو العامل الوحيد** لثبات التركيب الإلكترونى للعنصر فى المركب .

<u>الأهمية الإقتصادية لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى</u>

- بالرغم من أن عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى **مجتمعة** تكون **أقل** من 7 % من وزن القشرة **الأرضية** إلا أنها **تتميز** بأهميتها الأقتصادية الكبيرة التى تتضح فيما يلى :

✸ **<u>السكانديوم</u>** Sc :

- يوجد بكميات **صغيرة** جداً **لكن** موزعة على نطاق **واسع** من القشرة الأرضية .
- يدخل بنسبة ضئيلة مع **الألومنيوم** فى تكوين سبيكة تمتاز بـ : خفتها و شدة صلابتها لذلك فهى تستخدم فى صناعة **الطائرات المقاتلة** .
- يضاف إلى **مصابيح أبخرة الزئبق** للحصول على ضوء عالى الكفاءة يشبه ضوء الشمس .

⇦ **علل : تستخدم مصابيح أبخرة الزئبق المضاف إليها عنصر الإسكانديوم فى التصوير التلفزيونى ليلاً .**
↲ **لأنها تعطى ضوء عالى الكفاءة يشبه ضوء الشمس .**

✸ **التيتانيوم** Ti :

- شديد **الصلابة** مثل الصلب لكنه **أقل** منه كثافة .

- تستخدم سبائكه مع **الألومنيوم** فى صناعة الطائرات و مركبات الفضاء (**علل**) **لأنه** يحافظ على متانته فى درجات الحرارة المرتفعة **على العكس من** الألومنيوم .

- يستخدم فى **عمليات** زراعة الأسنان و المفاصل الصناعية (**علل**) **لأن** الجسم لا يلفظه و لا يسبب أى تسمم .

- **أشهر مركبات التيتانيوم :**

ثانى أكسيد **التيتانيوم** TiO_2 الذى يدخل فى تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس (**علل**) **لأن** دقائقه النانوية **تمنع** وصول **الأشعة فوق البنفسجية** إلى الجلد .

✸ **الفانديوم** V :

- يضاف بنسبة ضئيلة إلى **الصلب لتكوين سبيكة** تمتاز بقساوتها **و** قدرتها العالية على مقاومة التآكل **لذلك فهى** تستخدم فى صناعة **زنبركات السيارات** .

- **أشهر مركبات الفانديوم :**

خامس أكسيد الفانديوم V_2O_5 الذى يستخدم فى **صناعات :** السيراميك و الزجاج **كصبغة** – المغناطيسيات فائقة التوصيل **كعامل حفاز** .

✸ **الكروم** Cr :

- عنصر على **درجة عالية** من النشاط الكيميائى لكنه **يقاوم فعل العوامل** الجوية (**علل**) **لتكون** طبقة من الأكسيد **غير مسامية** على سطحه حجم جزيئاتها **أكبر** من حجم ذرات **الكروم تمنع** استمرار تفاعله مع **أكسجين** الهواء .

- يستخدم الكروم **فى** : طلاء المعادن – دباغة الجلود .

- **أشهر مركبات الكروم :**

١) أكسيد الكروم III Cr_2O_3 و **يستخدم فى** صناعة **الأصباغ** .

٢) ثانى كرومات البوتاسيوم $k_2Cr_2O_7$ و **تستخدم** كمادة **مؤكسدة** .

✸ **المنجنيز** Mn :

- عنصر شديد **الهشاشة** (سريع التقصِف) **لذلك ليس له** إستخدامات و هو فى **حالته النقية** و يتم إستخدامه فى صورة سبائك أو مركبات .

- سبائك المنجنيز + **الحديد** : تستخدم فى **صناعة** خطوط السكك الحديدية (**علل**) **لأنها** أكثر صلابة من الصلب .

- سبائك المنجنيز + **الألومنيوم** : تصنع منها **عبوات** المشروبات الغازية Drinks Cans (**علل**) **لأنها** تقاوم التآكل .

- **أشهر مركبات المنجنيز :**

١) برمنجانات البوتاسيوم $KMnO_4$ **مادة مؤكسدة** و **مطهرة** .

٢) ثانى أكسيد المنجنيز MnO_2 (**عامل مؤكسد قوى**) : يستخدم فى **صناعة** العمود الجاف .

٣) كبريتات المنجنيز $MnSO_4$ II مبيد **للفطريات** .

✸ الحديد Fe :

- **يستخدم فى** الخرسانات المسلحة **و** أبراج الكهرباء **و** مواسير البنادق **و** السكاكين **و** المدافع **و** أدوات الجراحة .

- يستخدم **فى صناعة** غاز النشادر بطريقة (**هابر – بوش**) كعامل حفاز .

- يستخدم فى **تحويل** الغاز المائى إلى وقود سائل بطريقة (**فيشر – تروبش**) كعامل حفز .

✸ الكوبلت Co :

- يشبه الحديد فى أن كلاهما **قابل** للتمغنط لذا يستخدم فى **صناعة** المغناطيسيات (**علل**) **لأنه** قابل للتمغنط و يستخدم فى **صناعة البطاريات** الجافة فى السيارات الحديثة .

- يوجد له 12 نظير مشع أهمها Co^{60} **الذى يتميز بأن** أشعة **جاما** الصادرة عنه لها قدرة عالية **على النفاذ** لذلك فهو **يستخدم فى** : حفظ **المواد الغذائية** – **التأكد** من جودة المنتجات **حيث** يكشف عن مواقع الشقوق **و** لحام الموصلات – الكشف عن الأورام **الخبيثة و** علاجها .

✸ النيكل Ni :

- يدخل فى **صناعة** بطاريات (**نيكل – كادميوم**) القابلة **لإعادة الشحن** .

- **سبائكه** مع الصلب **تتميز** بـ : الصلابة – مقاومة الصدأ **و** الأحماض .

- يدخل مع الكروم فى **صناعة** سبائك **تستخدم** فى ملفات التسخين و **الأفران الكهربية** (**علل**) **لأنها** تقاوم التآكل حتى لو تم تسخينها لدرجة الإحمرار .

- يستخدم عنصر النيكل فى **طلاء** المعادن (**علل**) **ليعطيها** شكل أفضل **و** يحميها **من التأكسد** و التآكل .

- يستخدم النيكل المجزأ **كعامل حفاز** فى عمليات **هدرجة** الزيوت .

✸ النحاس Cu :

- يعتبر النحاس تاريخياً **أول فلز** عرفه الإنسان و تعرف سبائكه مع القصدير بـ : **البرونز** .

- يستخدم فى **صناعة** الكابلات الكهربية (**علل**) **لأنه** موصل جيد للكهرباء .

- يستخدم فى **صناعة** سبائك العملات المعدنية (**علل**) **لقلة** نشاطه الكيميائى .

- **أشهر مركبات النحاس :**

١) كبريتات النحاس $CuSO_4$ II **يستخدم** كـ : مبيد حشرى – تنقية مياه الشرب (**علل**) كمبيد للفطريات.

٢) محلول **فهلنج** يستخدم فى الكشف عن سكر **الجلوكوز** (**علل**) **حيث** يتحول من اللون **الأزرق** إلى **البرتقالى** .

✸ **الخارصين** Zn :

- يستخدم فى **جلفنة** الفلزات (علل) **لحمايتها** من الصدأ .

- أشهر مركبات الخارصين :

١) **أكسيد** الخارصين ZnO و يستخدم فى **صناعة** : الدهانات – المطاط – مستحضرات التجميل .

٢) **كبريتيد** الخارصين ZnS و يستخدم فى **صناعة** : الطلائات المضيئة – شاشات الأشعة **السينية** .

حالات التأكسد

- حالة **التأكسد 2+** تنتج من فقد إلكترونى المستوى الفرعى 4s و **حالات التأكسد الأعلى** تنتج من فقد إلكترونات **المستوى الفرعى** 3d .

- **جميع** العناصر **الإنتقالية تعطى** حالة التأكسد 2+ **عدا** السكانديوم .

- **تزداد** حالات **التأكسد** من عنصر السكانديوم 3+ حتى تصل إلى **أقصى قيمة** لها فى عنصر المنجنيز 7+ (يقع فى المجموعة VIIB) **ثم تبدأ فى التناقص** حتى تصل إلى حالة التأكسد 2+ فى الخارصين (يقع فى المجموعة IIB) .

- **أعلى عدد** تأكسد لأى عنصر **لا تتعدى** رقم **المجموعة** المنتمى إليها **عدا** عناصر المجموعة 1B **(فلزات العملة : النحاس ، الفضة ، الذهب)** .

- تتميز العناصر الإنتقالية **بتعدد** حالات تأكسدها (**علل**) **لتقارب** طاقة المستويين الفرعيين (3d , 4s) فعندما تتأكسد العناصر الإنتقالية **تخرج** إلكترونات **4s أولاً** ثم **يتتابع خروج** إلكترونات 3d لتعطى حالات تأكسد **متعددة** .

- **تزداد** قيم جهود التأين لحالات التأكسد المتتالية **للفلزات الإنتقالية** بتدرج واضح **بمقدار الضعف** تقريباً .

- **تزداد** قيم جهود تأين **الفلزات الممثلة** زيادة كبيرة جداً **إذا تسبب** الإلكترون **المفقود فى كسر** مستوى طاقة **مكتمل** لذلك **لا يمكن** الحصول على Al^{+4} , Mg^{+3} , Na^{+2} بتفاعلات كيميائية **عادية** .

العنصر الإنتقالى

هو عنصر تكون فيه أوربيتالات (d أو f) مشغولة بالإلكترونات و لكنها غير تامة الإمتلاء سواء فى الحالة الذرية أو أى حالة من حالات التأكسد .

س : هل تعتبر فلزات العملة [النحاس ($_{29}Cu$) ، الفضة ($_{47}Ag$) ، الذهب ($_{79}Au$)] عناصر إنتقالية علماً بأن التركيب الإلكترونى لأوربيتالاتها الخارجية : $_{29}Cu$ ($4s^1$, $3d^{10}$) ، $_{47}Ag$ ($5s^1$, $4d^{10}$) ، $_{79}Au$ ($6s^1$, $5d^{10}$) .

ج : تعتبر فلزات **العملة** عناصر **إنتقالية** لأنه رغم **إمتلاء** المستوى الفرعى d لها بالإلكترونات d^{10} **فى الحالة الذرية إلا أنها** عندما تكون فى حالات التأكسد 2+ , 3+ يكون المستوى الفرعى d غير ممتلئ d^8 ، d^9 على الترتيب .

س : هل تعتبر فلزات الخارصين $_{30}Zn$ و الكادميوم $_{48}Cd$ و الزئبق $_{80}Hg$ عناصر انتقالية علماً بأن التركيب الإلكترونى لأوربيتالاتها الخارجية : ($_{30}Zn\ (4s^2 , 3d^{10})$ ، $_{48}Cd\ (5s^2 , 4d^{10})$ ، $_{80}Hg\ (6s^2, 5d^{10})$.

Ü : **لا تعتبر** فلزات المجموعة IIB (الخارصين – الكادميوم – الزئبق) عناصر **إنتقالية** لأن المستوى الفرعى d لها **ممتلئ** بالإلكترونات d^{10} **في الحالة الذرية** و **أيضاً** فى حالة التأكسد 2+ (الحالة المتأينة)

الخــواص العامــة لعناصــر السلسلــة الإنتقاليــة الأولــى

أولاً : الكتلة الذرية

بزيادة العدد الذرى **تزداد** الكتلة الذرية تدريجياً و **يشذ عن ذلك** عنصر النيكل Ni (**علل**) **لأن له** 5 نظائر مستقرة المتوسط **الحسابى** لها 58,7 u .

ثانياً : نصف القطر (الحجم الذرى)

- **لا تتغير** أنصاف أقطار ذرات **عناصر** السلسلة الإنتقالية الأولى **كثيراً** بزيادة العدد الذرى .
- يلاحظ **الثبات النسبى** لنصف القطر **من** الكروم حتى النحاس (**علل**) **بسبب** عاملين متعاكسين هما :

العامل الأول : يعمل على **نقص** نصف **قطر الذرة** ؛ **فبزيادة** العدد الذرى **تزداد** شحنة النواة الفعالة **فيزداد** جذب النواة للإلكترونات مما يسبب **نقص الحجم** الذرى .

العامل الثاني : يعمل على **زيادة** نصف قطر الذرة ؛ فبزيادة **العدد** الذرى **تزداد** عدد إلكترونات المستوى الفرعى 3d **فتزداد** قوة **التنافر** بينها مما يسبب **زيادة** حجم الذرة .

⇦ **س علل : تستخدم العناصر الإنتقالية فى صناعة السبائك .**

بسبب الثبات النسبى لأنصاف أقطار ذراتها .

ثالثاً : الخاصية الفلزية

تتضح الصفة الفلزية لهذه العناصر بوضوح و ذلك فى :

١- **جميعها** فلزات صلبة لها بريق **و** لمعان **و** جيدة التوصيل للحرارة **و** الكهرباء .

٢- درجة انصهار وغليانها **مرتفعة** (**علل**) **لقوة** الترابط بين ذراتها نتيجة إشتراك إلكترونات 3d , 4s فى هذا **الترابط**

٣- ذات كثافة **عالية** و **تزداد** كثافة عناصر هذه السلسلة **بزيادة** العدد الذرى (**علل**) **لزيادة** كتلة الذرة مع **الثبات** النسبى للحجم الذرى .

٤- **تباين** النشاط الكيميائى لها فـ : بعضها **محدود** النشاط **مثل** النحاس – بعضها **متوسط** النشاط **مثل** الحديد الذى يصدأ عند تعرضه للهواء الرطب – بعضها **شديد** النشاط **مثل** السكانديوم الذى يحل محل **هيدروجين** الماء **بعنف** .

اللهم إنك تعلم انى عرفتك على مبلغ إمكانى ، فاغفر لى فإن معرفتى إياك وسيلتى إليك .

رابعاً : الخواص المغناطيسية

- دراسة الخواص **المغناطيسية** كان له **دور كبير** فى فهمنا **لكيمياء** العناصر الإنتقالية .
- يوجد أنواع مختلفة من الخواص المغناطيسية سندرس منها : الخاصية **البارا** مغناطيسية و الخاصية **الديا** مغناطيسية .

الخاصية البارامغناطيسية :

خاصية تظهر فى الأيون أو الذرة أو الجزئ نتيجة وجود إلكترونات مفردة (↑) فى الأوربيتالات .

- ينشأ عن الحركة **المغزلية** للإلكترون **المفرد** حول **محوره** ظهور **مجال** مغناطيسى صغير **يتجاذب** مع المجال المغناطيسى الخارجى .

المادة البارامغناطيسية
مادة تنجذب للمجال المغناطيس نتيجة وجود إلكترونات مفردة فى أوربيتالاتها

مثال : أيون النحاس II (d^9) – أيون الحديد II (d^6) .

الخاصية الديامغناطيسية :

خاصية تظهر فى الأيون أو الذرة أو الجزئ نتيجة وجود جميع الإلكترونات فى حالة إزدواج (⇅) فى الأوربيتالات .

- **غزل** كل إلكترونين مزدوجين يكون فى إتجاهين **متضادين** فيكون عزمهما المغناطيسى **صفر** .

المادة الديامغناطيسية
مادة تتنافر مع المجال المغناطيس نتيجة وجود جميع إلكتروناتها فى حالة إزدواج فى أوربيتالاتها

مثال : ذرة الخارصين (d^{10}) .

العزم المغناطيسي : هو عدد الإلكترونات المفردة الموجودة فى الأوربيتالات .

- فى حالة العناصر **الإنتقالية** يكون العزم المغناطيسى هو عدد الإلكترونات **المفردة** فى أوربيتالات المستوى d .
- المادة **البارامغناطيسية** عزمها يكون ≥ 1 بينما المادة الديامغناطيسية عزمها = **صفر** .

- أهمية العزم المغناطيسي :

تحديد عدد الإلكترونات المفردة و من ثم تحديد التركيب الإلكترونى لأيون الفلز .

⇦ س علل : يمكن تحديد التركيب الإلكترونى للمادة من قياس عزمها المغناطيسى .

⮰ لإمكانية تحديد عدد الإلكترونات المفردة و تحديد التركيب الإلكترونى لأيون الفلز حيث تتناسب قيمة العزم المغناطيسى طردياً مع عدد الإلكترونات المفردة فى d .

من قرأ أية الكرسى عقب كل صلاة لم يمنعه من دخول الجنة إلا أن يموت .

س : رتب كاتيونات المركبات التالية تصاعدياً حسب عزمها المغناطيسى :

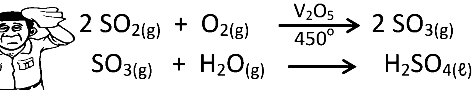
$TiO_2 - FeCl_3 - Cr_2O_3$ (**علماً بأن** عدد تأكسد الأكسجين = 2 - , الكلور = 1 -)

خامساً : النشاط الحفزى

تعتبر العناصر الإنتقالية **عوامل** حفز مثالية (**علل**) **لأن** إلكترونات 3d , 4s تستخدم فى تكوين **روابط بين** جزيئات المتفاعلات و سطح الفلز مما يؤدي إلى : **تركيز** هذه المتفاعلات على سطح الحافز (**الفلز**) + **إضعاف** الرابطة فى الجزيئات المتفاعلة **فتقل** طاقة التنشيط و **تزداد** سرعة التفاعل .

أمثلة لدور العامل الحفاز في الصناعة :

١) **خامس أكسيد الفانديوم** يستخدم كعامل **حفاز** فى **تحضير** حمض الكبريتيك بطريقة **التلامس** :



$$2\,SO_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow[450^\circ]{V_2O_5} 2\,SO_{3(g)}$$

$$SO_{3(g)} + H_2O_{(g)} \longrightarrow H_2SO_{4(\ell)}$$

٢) **الحديد المجزأ** يستخدم كعامل **حفاز** فى **تحضير** النشادر بطريقة (**هابر – بوش**) :

$$N_{2(g)} + 3\,H_{2(g)} \xrightarrow[Fe]{500^\circ c\ /\ 600\ atm} 2\,NH_{3(g)}$$

٣) ثانى أكسيد المنجنيز MnO_2 يستخدم **كعامل حفاز فى تفاعل** إنحلال فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2

(وضح ذلك بالرسم مستعيناً بالكتاب المدرسى)

سادساً : الأيونات الملونة

- تتميز **معظم** مركبات العناصر **الإنتقالية** و محاليلها المائية **ملونة (علل) بسبب** الإمتلاء **الجزئى** لأوربيتالات المستوى الفرعى d (وجود إلكترونات **مفردة فى** أوربيتالات d) ($1 - 9\,e^-$) .

- تكون أيونات بعض **العناصر الإنتقالية** غير ملونة ـ كذلك أيونات **العناصر غير الإنتقالية** و مركباتها ـ عندما تكون أوربيتالات d **فارغة** d^0 أو **ممتلئة** بالإلكترونات d^{10} .

تفسير اللون في المواد :

- يظهر لون المادة **بسبب** إمتصاص المادة لبعض فوتونات الضوء المرئى (**الأبيض**) و عدم إمتصاصها البعض الآخر **فترى** العين المادة **بمحصلة** الألوان التى لم تمتصها (**المنعكسة**).

ملاحظات :

* يسمى اللون الذى **تمتصه** المادة باللون **الممتص** .
* يسمى اللون الذى **لم تمتصه** المادة باللون **المتمم** .
* عندما **تمتص** المادة **جميع** ألوان الضوء الأبيض تظهر للعين **سوداء** .
* عندما **لا تمتص** المادة أى لون من ألوان الضوء الأبيض تظهر للعين **بيضاء** .

كلمات الفرج

لا إله إلا الله الحليم الكريم ، لا إله إلا الله العلّى العظيم ، لا إله إلا الله رب السماوات السبع ورب العرش العظيم .

* إذا **امتصت** المادة لون معين من ألوان الطيف **تظهر** المادة باللون **المتمم** له . (GROBYV)

اللون الممتص	اللون المتمم	
أحمر	أخضر	و العكس
أصفر	بنفسجى	و العكس
أزرق	برتقالى	

⇦ **س علل : أيون** Cu^{+1} **عديم اللون ولكن أيون** Cu^{+2} **أزرق اللون .**

أيون Cu^{+1} **عديم اللون لأن جميع أوربيتالات d ممتلة بالإلكترونات** $[Ar] , 3d^{10} , 4S^{0}$ **بينما أيون** Cu^{+2} **لونه أزرق لأنه يمتص اللون البرتقالى و يعكس اللون المتتم و هو اللون الأزرق لأن أوبيتالات d تحتوى على إلكترون مفرد** $[Ar] , 3d^{9} , 4S^{0}$ **.**

فلــز الحديــد IRON

قال تعالى فى سورة الحديد الآية ٢٥ **:** (وَأَنْزَلْنَا الحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ) .

التوزيــع الإلكترونــى : $_{26}Fe : [Ar_{18}] 4s^{2} , 3d^{6}$.

الترتيب :

يكون 6,3 % من وزن القشرة الأرضية و ترتيبه **الرابع من** حيث الوفرة فى القشرة الأرضية **بعد** عناصر : الأكسجين – السيلكون – الألومنيوم .

الوجود :

١) يوجد فى حالة **نقية** (مفردة) فى **النيازك** فقط (90 %) .

٢) يوجد فى القشرة الأرضية على هيئة **خامات** طبيعية تحتوى على مختلف **أكاسيد الحديد** مختلطة بشوائب .

العوامل التى تتحد عليها صلاحية خام الحديد للإستخلاص :

١) **نسبة** الحديد الخام .

٢) تركيب **الشوائب** المصاحبة للخام .

٣) وجود عناصر **ضارة** مختلطة بالخام **مثل** : الكبريت ، الفوسفور ، الزرنيخ .

الحمد لله اللّهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و انقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرأن ولك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و أظهرت أمننا وجمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سراً و علانية أو حىّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللّهم على محمد وعلى أله وسلم .

أهـم خامـات الحديـد

الخام	الصيغة الكيميائية	الإسم الكيميائى	اللون و الخواص	نسبة الحديد	مكان الوجود
الهيماتيت	Fe_2O_3	أكسيد حديد (III)	أحمر داكن – سهل الإختزال	٥٠ - ٦٠%	الواحات البحرية
الليمونيت	$2Fe_2O_3.3H_2O$	أكسيد حديد (III) متهدرت	أصفر – سهل الإختزال	٢٠ - ٦٠%	الواحات البحرية
المجنتيت	Fe_3O_4	أكسيد حديد مغناطيسى	أسود – له خواص مغناطيسية	٤٥ - ٧٠%	الصحراء الشرقية
السيدريت	$FeCO_3$	كربونات حديد (II)	رمادى مصفر – سهل الإختزال	٣٠ - ٤٢%	ــــــ

استخـلاص الحديـد مـن خاماتـه

☒ **تمرعملية استخلاص الحديد من خاماته بثلاث مراحل هى** : تجهيز الخام – إختزال الخام – إنتاج الحديد .

أولاً : تجهيز خامات الحديد

الهدف من عمليات تجهيز الخام هو :

١- تحسين الخواص **الفيزيائية** و الميكانيكية للخام **عن طريق عمليات : التكسير – التلبيد – التركيز** .

٢- تحسين الخواص **الكيميائية** له **عن طريق عملية التحميص** .

A) **تحسين الخواص الفيزيائية و الميكانيكية للخام :**

العملية	عمليات التكسير	عمليات التلبيد	عمليات التركيز
الهدف من العملية	للحصول على الخام فى أحجام مناسبة لعملية الإختزال .	تجميع حبيبات الخام الناعمة فى أحجام أكبر تكون متماثلة و متجانسة .	زيادة نسبة الحديد فى الخام بفصل الشوائب و المواد غير المرغوب فيها المختلطة بالخام أو المتحدة معه كيميائياً عن طريق : الفصل الكهربى أو المغناطيسى – خاصية التوتر السطحى .

B) تحسين الخواص الكيميائية للخام :

العملية	التحميص
التعريف	تسخين خام الحديد بشدة ـ في الهواء
الهدف من العملية	) تجفيف الخام و التخلص من الرطوبة و رفع نسبة الحديد فى الخام : $FeCO_3 \xrightarrow{\Delta} FeO + CO_2$ سيدريت (48,8 % حديد) $4FeO + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_3$ هيماتيت (69,6 % حديد) $2Fe_2O_3.3H_2O \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_3 + 3H_2O$ ليمونيت (40 % حديد) هيماتيت (69,6 % حديد)) أكسدة بعض الشوائب مثل الكبريت S و الفوسفور P : $4P + 5O_2 \xrightarrow{\Delta} 2P_2O_5$ $S + O_2 \xrightarrow{\Delta} SO_2$

ثانياً : إختزال خامات الحديد

يتم ـ في هذه المرحلة إختزال أكاسيد الحديد إلى حديد بإحدى طريقتين حسب العامل المختزل هما :

١- الإختزال بغاز **أول أكسيد الكربون** الناتج من **فحم الكوك** و تتم هذه الطريقة فى **الفرن العالى** .

٢- الإختزال بخليط من غازى **أول أكسيد الكربون و الهيدروجين** (الغاز المائى) الناتجين من **الغاز الطبيعى** و تتم هذه الطريقة فى **فرن مدركس** .

A) تفاعلات الإختزال ـ في الفرن العالي :

$$C + O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2$$

$$CO_2 + C \xrightarrow{\Delta} 2\,CO$$

$$Fe_2O_3 + 3\,CO \xrightarrow{\Delta} 2\,Fe + 3\,CO_2$$

B) تفاعلات الإختزال ـ في فرن مدركس :

$$2\,CH_4 + CO_2 + H_2O \xrightarrow{\Delta} 3\,CO + 5\,H_2$$

$$2\,Fe_2O_3 + 3\,CO + 3\,H_2 \xrightarrow{\Delta} 4\,Fe + 3\,CO_2 + 3\,H_2O$$

ثالثاً : إنتاج الحديد

بعد عملية إختزال خامات الحديد فى الفرن العالى أو فرن مدركس تأتى **المرحلة الثالثة** و هى **إنتاج** الأنواع المختلفة من الحديد **مثل** الحديد الزهر **أو** الحديد الصلب .

أفران صناعة الصلب : المحولات الأكسجينية – الفرن المفتوح – الفرن الكهربى .

تعتمد صناعة الصلب على عمليتين هما :

١- **التخلص** من **الشوائب** الموجودة فى الحديد الناتج من أفران الإختزال .

٢- **إضافة** بعض **العناصر** إلى الحديد لتكسب **الصلب** الناتج الخواص المطلوبة .

السبائـك

مواد تتكون من فلزين أو أكثر أو قد تتكون من فلز و عناصر لافلزية .

التكوين :

١- **فلزين أو أكثر :** مثل سبائك **: الحديد** و الكروم – الحديد و المنجنيز – الحديد و الفاناديوم .

٢- **فلز مع لافلز :** سبيكة الحديد و **الكربون (الحديد الصلب)** .

طرق التحضيـر

طريقـة الصهـر	طريقـة الترسيـب الكهربـى
صهر الفلزات مع بعضها ثم **يصب** المنصهر فى قوالب و **يترك** ليبرد تدريجياً .	يتم الترسيب الكهربى لفلزين **أو أكثر** فى نفس الوقت . **مثال** : سبيكة النحاس الأصفر (**نحاس و خارصين**) تستخدم **فى تغطية المقابض الحديدية** و تحضر **بترسيبها كهربياً من محلول** يحتوى على أيونات نحاس و خارصين .

أنـواع السبائـك

سبائك بينية	سبائك إستبدالية	سبائك المركبات البينفلزية
سبائك **تحتل** فيها ذرات الفلز المضاف المسافات البينية فى الشبكة البلورية لفلز آخر . **مثال** : سبيكة الحديد **و** الكربون (**الحديد الصلب**)	سبائك **تستبدل** فيها بعض ذرات الفلز الأصلى بذرات من الفلز المضاف . **مثال :** ١- سبيكة ذهب **و** نحاس . ٢- سبيكة حديد **و** كروم (صلب لا يصدأ) . ٣- سبيكة حديد **و** نيكل .	سبائك **تتحد** فيها العناصر **المكونة** للسبيكة اتحاد كيميائى **فتتكون** مركبات كيميائية **لا تخضع** صيغتها الكيميائية لقوانين التكافؤ . **مثال :** ديورالومين (Duralumin) مثل : **سبيكة** الألومنيوم **و** النيكل ، **سبيكة** الألومنيوم و النحاس – **سبيكة** الرصاص **و** الذهب Au_2Pb

تفسير تكون السبيكة البينية :

- يتكون الحديد **النقى** مثل باقى الفلزات من شبكة بلورية مكونة من ذرات الفلز مرصوصة بإحكام بينها مسافات بينية .

- عند **الطرق** على سطح الفلز يمكن أن **تتحرك** طبقة من ذرات الفلز فوق طبقة أخرى .

- عند **إدخال** ذرات فلز آخر إلى ذرات الفلز الأصلى لتكوين **السبيكة** و كانت ذرات الفلز المضافة **أصغر حجماً** من ذرات الفلز النقى فإنها **تدخل** المسافات البينية لذرات الفلز النقى و **تتسبب فى** :

١- **إعاقة إنزلاق** الطبقات **فتزداد** صلابة الفلز النقى .

٢- **تتأثر** بعض الخواص **الفيزيائية** للفلز النقى **مثل** : السحب والطرق **و** درجة الإنصهار **و** الخواص المغناطيسية **و** التوصيل الكهربى .

شرط تكوين السبيكة الإستبدالية :

أن تكون ذرات الفلز **المضاف لها نفس** (الخواص الكيميائية – نصف القطر – الشكل البلورى) للفلز **الأصلى** .

خواص سبائك المركبات البينفلزية :

١- مركبات **صلبة** .

٢- تتكون من فلزات **لا تقع** فى **مجموعة** واحدة من الجدول الدورى (سبيكة **السيمنتيت** Fe_3C) .

٣- **لا تخضع** صيغتها الكيميائية **لقوانين** التكافؤ .

خــواص الحديــد

الخــواص الفيزيقيـــة :

تعتمد الخواص **الفيزيائية** للحديد على نقاوته **و** طبيعة الشوائب به فالحديد **النقى ليس له** أى أهمية صناعية (علل) **لأنه** لين نسبياً ليس شديد الصلابة – قابل للطرق و السحب – **يسهل** تشكيله – له خواص مغناطيسية . ينصهر الحديد عند 1538°م – كثافته 7,87 جم / سم^3 .

(لذلك يفضل إستخدام الحديد فى صورة سبائك و ليس فى صورته النقية)

الخــواص الكيميائيـــة :

- **بخلاف** العناصر التى **قبل** الحديد فى السلسلة الانتقالية الأولى فإنه **لا يعطى** حالة تأكسد تدل على خروج **جميع** إلكترونات المستويين الفرعيين (4s , 3d) و هى **ثمان** إلكترونات .

- جميع حالات التأكسد الأعلى من (3+) **ليست** لها أهمية .

- حالة التأكسد (2+) **تقابل** خروج إلكترونى المستوى الفرعى (4s) و حالة التأكسد (3+) تقابل ($3d^5$) **نصف ممتلئ** (حالة الثبات) .

١- تأثير الهــواء :

يتفاعل الحديد **الساخن** لدرجة الإحمرار مع الهواء أو الأكسجين **ليعطى** أكسيد حديد مغناطيسى :

$$3Fe + 2O_2 \xrightarrow{\Delta} Fe_3O_4$$

٢ - فعل بخار الماء :

يتفاعل الحديد **الساخن** (٥٠٠°م) مع بخار الماء **ليعطى** أكسيد حديد مغناطيسى و غاز **الهيدروجين** :

$$3Fe + 4H_2O \xrightarrow{500^{o}C} Fe_3O_4 + 4H_2$$

٣ - مع اللافلزات :

يتفاعل مع **الكلور** ليعطى كلوريد حديد **III** و يتحد مع **الكبريت** ليعطى كبريتيد الحديد **II**

$$2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{\Delta} 2FeCl_3$$

$$Fe + S \xrightarrow{\Delta} FeS$$

٤ - مع الأحماض :

- **يذوب** الحديد فى **الأحماض المعدنية المخففة** ليعطى أملاح حديد II و **لا يتكون** أملاح حديد III (علل) **لأن** الهيدروجين الناتج **يختزل** أيون حديد III **إلى** أيون حديد II .

$$Fe + H_2SO_4 \xrightarrow{dil} FeSO_4 + H_2$$

$$Fe + 2HCl \xrightarrow{dil} FeCl_2 + H_2$$

- يتفاعل الحديد مع **حمض الكبريتيك المركز** ليعطى كبريتات حديد II **و** كبريتات حديد III **و** غاز ثانى أكسيد الكبريت **و** الماء :

$$3Fe + 8H_2SO_4 \xrightarrow{conc} FeSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O + 4SO_2$$

- يسبب حمض النيتريك المركز خمولاً للحديد (علل) لتكون طبقة رقيقة من الأكسيد **غير مسامية** على سطح الفلز **تحميه** من استمرار التفاعل .

ملحوظـــة : يمكن إزالة **طبقة الصدأ** بالحك **أو** إذابتها فى **حمض هيدروكلوريك مخفف** .

قال تعالى فى حديثه القدسى

أحب ثلاثة و حبى لثلاثة أشد : أحب الغنى الكريم و حبى للفقير الكريم أشد ، أحب الفقير المتواضع و حبى للغنى المتواضع أشد ، أحب الشيخ الطائع و حبى للشاب الطائع أشد . و أبغض ثلاثة و بغضى لثلاثة أشد : أبغض الفقير البخيل و بغضى للغنى البخيل أشد ، أبغض الغنى المتكبر و بغضى للفقير المتكبر أشد ، أبغض الشاب العاصى و بغضى للشيخ العاصى أشد .

Mr. Mahmoud Ragab 0122-5448031

أكاسيـد الحديـد

أولاً : أكسيـــد الحديـــد II (FeO)

تحضيـره :

١- تسخين أكسالات الحديد II بمعزل عن الهواء :

$$\begin{matrix} COO \\ | \\ COO \end{matrix} > Fe \xrightarrow{\text{معزل عن الهواء}} FeO + CO + CO_2$$

٢- إختزال أكاسيد الحديد الأعلى بالهيدروجين أو أول أكسيد الكربون :

$$Fe_2O_3 + H_2 \xrightarrow{400 - 700^0c} 2\,FeO + H_2O$$

$$Fe_3O_4 + H_2 \xrightarrow{400 - 700^0c} 3\,FeO + H_2O$$

✓ تدريب : هل يمكنك كتابة التفاعلين السابقين مستخدماً غاز أول أكسيد الكربون بدلاً من الهيدروجين ؟

خواصـه :

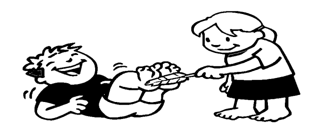
١- مسحوق أسود لا يذوب فى الماء .

٢- يتأكسد بسهولة فى الهواء الساخن و يتكون أكسيد حديد III :

$$4\,FeO + O_2 \xrightarrow{dil} 2\,Fe_2O_3$$

٣- يتفاعل مع الأحماض المعدنية المخففة منتجاً أملاح حديد II و ماء :

$$FeO + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2O$$



ثانيــاً : أكسيـــد الحديـــد III (Fe_2O_3)

وجـوده : يوجد فى الطبيعة على هيئة خام الهيماتيت .

تحضيـره :

١- إضافة محلول قلوى إلى أحد محاليل أملاح الحديد III فيترسب هيدروكسيد الحديد III (لونه بنى محمر) الذى عند تسخينه لدرجة حرارة أعلى من 200°م يتحول إلى أكسيد حديد III :

$$FeCl_3 + 3\,NH_4OH \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3\,NH_4cl$$

$$2\,Fe(OH)_3 \xrightarrow[200^0c]{\text{أعلى من}} Fe_2O_3 + 3\,H_2O$$

٢- تسخين كبريتات الحديد II ينتج أكسيد الحديد III و خليط من غازى ثانى و ثالث أكسيد الكبريت :

$$2\,FeSO_4 \longrightarrow Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3$$

ملحوظة : يمكن الحصول على أكسيد حديد III من أكسدة (إحتراق) الأكاسيد الأخرى كما يلى :

$$4\,FeO + O_2 \longrightarrow 2\,Fe_2O_3$$

$$2\,Fe_3O_4 + ½\,O_2 \longrightarrow 3Fe_2O_3$$

خواصـه :

١- **لا يذوب** فى الماء .

٢- يستخدم كلون **أحمر** فى الدهانات **لذا** يسمى أكسيد الحديد **الأحمر** .

٣- يتفاعل مع **الأحماض المعدنية المركزة الساخنة** ليتكون أملاح حديد III و الماء :

$$Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 \xrightarrow[Conc]{} Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

ثالثـاً : الأكسيـد الأسـود (أكسيـد الحديـد المغناطيسـى Fe_3O_4)

وجـوده :

يوجد فى الطبيعة **على** هيئة خام **المجنتيت** و هو أكسيد **مختلط** من أكسيد الحديد II و أكسيد الحديد III .

تحضيـره :

١- من الحديد **الساخن** لدرجة الإحمرار **بفعل** الهواء **أو** بخار الماء .

٢- **إختزال** أكسيد حديد III **بواسطة** الهيدروجين **أو** أول أكسيد الكربون :

$$3Fe_2O_3 + CO \xrightarrow{230 - 300^0c} 2Fe_3O_4 + CO_2$$

خواصـه :

١- مغناطيس **قوى** .

٢- يتفاعل مع الأحماض **المركزة الساخنة** ليعطى أملاح حديد **II** أملاح حديد **III** **دليل** على أنه **أكسيد مركب** :

$$Fe_3O_4 + 4H_2SO_4 \xrightarrow[Conc]{} Fe_2(SO_4)_3 + FeSO_4 + 4H_2O$$

٣- عند تسخينه فى الهواء **يتأكسد** إلى أكسيد الحديد III : $2Fe_3O_4 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow 3Fe_2O_3$

معلومات إضافية

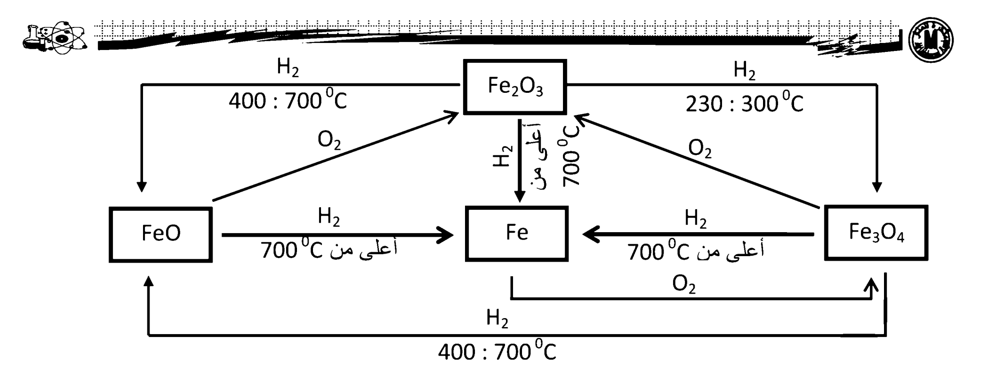
الأكسـدة : جميـع أكاسـيد الحديـد تحتـرق (تتأكسـد) بالأكسـجين و تعطـى أكسـيد حديد III Fe_2O_3

الإختزال : جميع أكاسيد الحديد يتم إختزالها بالهيدروجين أو أول أكسيد الكربون و ناتج التفاعل كالآتى :

- عند 230 : 300°م ← ينتج أكسيد حديد مغناطيسى Fe_3O_4 .
- عند 400 : 700°م ← ينتج أكسيد حديد II FeO .
- عند أعلى من 700°م ← ينتج فلز الحديد .

المنار فى الكيمياء

اللهم إنى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة و المسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و الفسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم و البكم و الجذام و الحذام وسيئ الأسقام .



$FeSO_4$ ← H_2SO_4 (dil) + FeO + HCl (dil) → $FeCl_2$

كبريتات حديد II

كلوريد حديد II

أكسالات حديد II

(COO)₂Fe → FeO (Δ معزل عن الهواء)

كبريتات حديد III: $Fe_2(SO_4)_3$ ← H_2SO_4 conc ← Fe_2O_3

كلوريد حديد III: $FeCl_3$ ← HCl conc ← Fe_2O_3

Fe_2O_3 → FeO: CO 400 : 700

FeO → Fe_2O_3: O_2 +

أكسيد حديد II

Fe_3O_4 → FeO: 400 : 700 CO

Fe_2O_3 هيماتيت → Fe_3O_4 مجناتيت: CO 230 : 300

Fe_3O_4 → Fe_2O_3: O_2 +

Fe_3O_4 + HCl conc → $FeCl_3$ + $FeCl_2$ + H_2O

Fe_3O_4 + H_2SO_4 conc → $Fe_2(SO_4)_3$ + $FeSO_4$ + H_2O

Fe_2O_3 → Fe: 700 أعلى من CO

Fe → Fe_3O_4: H_2O أو O_2

$FeSO_4$ → Fe_2O_3: Δ

كبريتات حديد II: $FeSO_4$ ← H_2SO_4 dil ← Fe

Fe + HCl dil → $FeCl_2$ كلوريد حديد II

Fe + H_2SO_4 conc → $Fe_2(SO_4)_3$ + $FeSO_4$ + H_2O + SO_2

Fe + Cl_2 → $FeCl_3$ كلوريد حديد III

$FeCl_3$ + NaOH → $Fe(OH)_3$ هيدروكسيد حديد III → Δ → Fe_2O_3 أكسيد حديد III

$FeCl_2$ + NaOH → $Fe(OH)_2$ هيدروكسيد حديد II → Δ → FeO أكسيد حديد II

الليمونيت $2Fe_2O_3 . 3H_2O$ → Δ → Fe_2O_3

السيدريت $FeCO_3$ → Δ → FeO

اللّهم إنى أعوذ بك من الهم و الحزن ، و أعوذ بك من العجز و الكسل ، و أعوذ بك من غلبة الدّين و قهر الرجال ، اللهم إنى أعوذ بك من الفقر إلا إليك و من الذل إلا لك و من الخوف إلا منك ، و أعوذ بك أن أقول زوراً أو أغشى فجوراً أو أكون بك مغروراً ، و أعوذ بك من شماتة الأعداء و عضال الداء و خيبة الرجاء ، اللهم إنى أعوذ بك من شر الخلق و همّ الرزق و سوء الخلق يا أرحم الراحمين و يا رب العالمين .

تقويم الباب الأول : العناصر الانتقالية

س : أكمل العبارت التالية

١- السيمنتيت سبيكة تتكون من الحديد مع .... و صيغتها الكيميائية ....

٢- مغناطيسية أيون Ag^{+} من نوع .... و قيمة العزم المغناطيسى له ....

٣- تتكون الشحنة فى الفرن العالى من .... و ....

٤- يستخدم عنصر .... فى صناعة الطائرات بينما يستخدم عنصر .... فى عمليات زراعة الأسنان .

٥- من الشروط الواجب توافرها فى السبيكة الإستبدالية .... ، .... ، ....

٦- يستخدم الإسكانديوم فى .... و ....

٧- عند تفاعل الحديد مع غاز الكلور الجاف يتكون .... و لا يتكون ....

٨- أيون العنصر الإنتقالى يكون أكثر استقراراً إذا كان المستوى الفرعى d .... أو .... أو ....

٩- يقاوم الكروم فعل العوامل الجوية بسبب تكوين ....

١٠- إدخال ذرات فلز أكبر أو أصغر من ذرات فلز معين فى شبكته البلورية يكون سبائك ....

١١- الغرض من عملية تحميص خام الحديد .... و ....

١٢- من أمثلة سبائك الصلب الذى لا يصدأ سبيكة الصلب مع عنصر ....

١٣- يشذ عن التركيب الإلكترونى المتدرج لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى عنصران هما ....و ....

س: علل لما يلي

١- يقاوم الكروم فعل العوامل الجوية رغم نشاطه الكيميائى .

٢- يفضل إستخدام التيتانيوم عن الألومنيوم فى صناعة الطائرات و المركبات الفضائية .

٣- يكون النحاس مع الذهب سبيكة إستبدالية .

٤- الفلزات الإنتقالية تتجاذب مع المجال المغناطيسى الخارجى .

٥- تزداد كثافة العناصر الإنتقالية بزيادة العدد الذرى .

٦- يصعب تأكسد أيون المنجنيز II إلى أيون المنجنيز III بينما يسهل أكسدة أيون الحديد II إلى أيون الحديد III .

٧- يشذ التوزيع الإلكترونى لعنصر الكروم Cr_{24} و النحاس Cu_{29} .

٨- فلزات العملة عناصر إنتقالية .

٩- عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى لها نشاط حفزى .

١٠- يتفاعل الحديد مع حمض الهيدروكلوريك مكوناً كلوريد حديد II و ليس كلوريد كلوريد الحديد III .

١١- إستخدام فحم الكوك فى الفرن العالى .

١٢- تعتبر مادة $Fe_2(SO_4)_3$ بارامغناطيسية بينما مادة $ZnSO_4$ دايا مغناطيسية .

١٣- أيون النحاس I غير ملون .

١٤- تستخدم الفلزات على صورة سبائك و لا تستخدم بصورة نقية .

١٥- النحاس عنصر إنتقالى بينما الخارصين عنصر غير إنتقالى .

١٦- أكثر حالات تأكسد السكانديوم إستقراراً هى Sc^{+3} .

١٧- إرتفاع درجة إنصهار العناصر الإنتقالية .

١٨- يدخل عنصر الفانديوم مع الصلب فى تكوين سبيكة تستخدم فى صناعة زنبركات السيارات .

١٩- تستخدم أوعية من سبيكة النيكل مع الصلب فى حفظ الأحماض .

٢٠- لا يعطى السكانديوم حالة تأكسد 2+ .

٢١- تشابه خواص الحديد و الكوبلت و النيكل .

٢٢- عند تفاعل الحديد مع الكلور يتكون كلوريد حديد III و لا يتكون كلوريد حديد II .

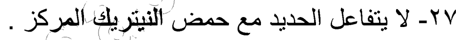
٢٣- إستخدام محلول فهلنج فى الكشف عن سكر الجلوكوز .

٢٤- إستخدام فحم الكوك فى الفرن العالى .

٢٥- يتفاعل الحديد مع الأحماض المعدنية المخففة ويعطى أملاح حديد II و لا يعطى أملاح حديد III .

٢٦- يستخدم عنصر الخارصين فى جلفنة الفلزات .

٢٧- لا يتفاعل الحديد مع حمض النيتريك المركز .



٢٨- يعتبر الحديد ($_{26}Fe$) مادة بارامغناطيسية بينما أيون Cu^+ دايا مغناطيسى .

٢٩- تستخدم مركبات الكوبلت فى تلوين الزجاج باللون الأزرق .

٣٠- عند إمرار بخار الماء على حديد مسخن لدرجة الإحمرار ثم إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى الناتج يتكون كبريتات حديد II و كبريتات حديد III .

٣١- الثبات النسبى لأنصاف أقطار ذرات العناصر الإنتقالية من الكروم إلى النحاس .

٣٢- تظهر الخاصية الفلزية بوضوح بين عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى .

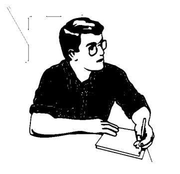
٣١- الحديد فى $FeCl_3$ بارامغناطيسى بينما الخارصين فى $ZnCl_2$ دايامغناطيسى .

٣٢- يتكون نوعان من الأملاح عند تفاعل أكسيد الحديد المغناطيسى مع الأحماض .

٣٣- تزايد قيم العزم المغناطيسى للعناصر الإنتقالية بزيادة العدد الذرى ثم تناقصها مرة أخرى .

٣٤- يعتبر Fe_3O_4 أكسيد مركب .

٣٥- سبيكة السمنيتيت سبيكة بينفلزية



٣٦- أيون Zn^{+2} غير ملون و ديا مغناطيسى .

٣٧- تتميز العناصر الانتقالية بتعدد حالات تأكسدها .

٣٨- أيون Cr^{+3} ملون بينما أيون Ti^{+4} غير ملون .

٣٩- يتحول أكسيد الحديد الأسود بالتسخين فى الهواء إلى اللون الأحمر

٤٠- يتغير لون بللورات كبريتات الحديد II عند تسخينها بشدة إلى اللون الأحمر .

٤١- يتوقف ناتج إختزال أكسيد الحديد III على درجة الحرارة .

س : إختر الإجابة الصحيحة مما بين القوسين

١- عند تفاعل الحديد مع غاز الكلور يتكون (كلوريد حديد III – كلوريد حديد II – خليط منهما)

٢- العنصر الذى تركيبه الإلكترونى $[Ar], 3d^{10}, 4s^2$ هو (الحديد – النحاس – السكانديوم – الخارصين)

٣- المركب $FeCl_2$ هو مركب (بارا مغناطيسى و ملون – ديا مغناطيسى و غير ملون – بارا مغناطيسى و غير ملون – ديا مغناطيسى و ملون)

٤- الصلب الذى لا يصدأ سبيكة تتكون من (حديد و كروم – حديد و منجنيز – حديد و كربون – حديد و سيلكون)

٥- عند تسخين حديد فى الهواء لدرجة الإحمرار يتكون : (أكسيد حديد II – أكسيد حديد III – أكسيد حديد مغناطيسى)

٦- سبيكة النحاس و الذهب من السبائك (البينية – الإستبدالية – المركبات بين الفلزية) .

٧- يطلق على مركب كربيد الحديد Fe_3C أسم (هيماتيت – مجنتيت – سيمنتيت – سيدريت)

٨- عنصر إنتقالى غير متوافر و موزع على نطاق واسع فى القشرة الأرضية :
(فانديوم – سكانديوم – تيتانيوم – حديد)

٩- يستخدم أكسيد المنجنيز فى (عمليات الهدرجة – صناعة العمود الجاف – صناعة حمض الكبريتيك

١٠- عندما يتفاعل الحديد المسخن لدرجة الإحمرار مع بخار الماء يتكون (FeO – Fe_3O_4 – Fe_2O_3)

١١- عنصر تركيبه الإلكترونى $[Ar], 3d^{10}, 4s^2$ يكون :
(بارا مغناطيسى – ديا مغناطيسى – ملون – له حالة تأكسد + 4)

١٢- الصيغة الكيميائية $2Fe_2O_3.3H_2O$ تمثل خام (الهيماتيت – المجنتيت – الليمونيت) .

١٣- تزداد قيمة العزم المغناطيسى للفلزات الإنتقالية بزيادة عدد الإلكترونات (المفردة – الحرة – المزدوجة) .

١٤- يتم اختزال أكاسيد الحديد فى فرن مدركس بإستخدام (غاز الهيدروجين فقط – غاز أول أكسيد الكربون فقط – الغاز الطبيعى مباشرة – خليط من أول أكسيد الكربون و الهيدروجين)

١٥- تتميز العناصر الإنتقالية الأولى بتعدد حالات تأكسدها لأن الإلكترونات تخرج من :
(المستوى الفرعى 3s ثم 3d – المستوى الفرعى 4s فقط – المستوى الفرعى 3p فقط – المستوى الفرعى 4s ثم 3d

١٦- عند تسخين هيدروكسيد الحديد III لدرجة أعلى من ٢٠٠ $^\circ$م ينتج (أكسيد حديد II – أكسيد حديد مغناطيسى – أكسيد الحديد III – هيدروكسيد الحديد II)

١٧- عند تفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المخفف ينتج (كبريتات الحديد II و ماء – كبريتات الحديد III و ماء – كبريتات الحديد II و هيدروجين – كبريتات حديد III و هيدروجين)

١٨- كلما زداد العدد الذرى للعنصر الإنتقالى فى الدورة الواحدة كلما (قلت طاقة تأينه – زاد نصف قطره – صعب تأكسده – قلت كثافته) .

١٩- العنصر الذى تستخدم أحد مركباته كعامل حفاز فى إنحلال فوق أكسيد الهيدروجين هو :
(المنجنيز – التيتانيوم – الحديد – الخارصين)

٢٠- عند تفاعل أكسيد الحديد المغناطيسى مع حمض الكبريتيك المركز الساخن ينتج (كبريتات حديد II – كبريتات حديد III و الماء – كبريتات حديد II و كبريتات حديد III و هيدروجين – كبريتات حديد II و كبريتات حديد III و ماء)

٢١- فى السلسلة الانتقالية الأولى يكون الأيون أكثر استقراراً عندما يكون (المستوى الفرعى 3d نصف ممتلئ – المستوى الفرعى 3d ممتلئ – المستوى الفرعى 3d خالى – جميع ما سبق)

٢٢- عنصر التركيب الإلكترونى لذرته $(Ar)\ 3d^2, 4s^2$ يكون أقصى عدد تأكسد له (7 + ، 5 + ، 3 + ، 4 +)

٢٣- يتفاعل أكسيد حديد II مع H_2SO_4 المخفف و ينتج :

($Fe_2(SO)_3 + H_2O$ – $FeSO_4 + H_2$ – $FeSO_4 + H_2O$ – $Fe_2(SO_4)_3$)

٢٤- يحترق أكسيد حديد II فى الهواء الساخن و يتكون :

($FeCO_3$ – Fe_3O_4 – $Fe_2O_3 + H_2O$ – Fe_2O_3)

٢٥- عند تسخين كبريتات الحديد II تسخيناً شديداً تتفكك إلى :

($Fe_2O_3 + SO_3$ – Fe_2O_3 – $Fe_2O_3 + SO_2$ – $Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3$)

٢٦- عنصر $_{21}Sc$ له حالة تأكسد واحدة هى . (+3 ، +2 ، +4)

٢٧- سبيكة الحديد مع النيكل من النوع (المركبات بينفلزية – الإستبدالية – البينية)

٢٨- عنصر يمتاز بالنشاط الكيميائى و لكنه يقاوم عوامل الجو (الفاناديوم – السكانديوم – الكروم – الحديد) .

٢٩- يشذ عن التركيب الالكترونى لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى عنصران هما :

(حديد و كوبلت – سكانديوم و تيتانيوم – كروم و نحاس)

٣٠- أيون خارصين Zn^{2+} يكون (غير ملون دايا مغناطيسى – غير ملون بارا مغناطيسى – ملون بارا مغناطيسى)

٣١- عند تسخين كبريتات الحديد II لدرجة عالية يصبح اللون : (أسود – أصفر – أحمر)

٣٢- عناصر الزئبق ، الخارصين ، الكادميوم تتفق جميعا فى أنها :

(لا تعتبر عناصر إنتقالية – عناصر إنتقالية – لا فلزات – أعداد تأكسدها سالبة)

٣٣- تتميز العناصر الإنتقالية بـ : (تعدد حالات تأكسدها – لها حالة تأكسد واحدة فقط – أعداد تأكسدها سالبة)

٣٤- أيون Fe^{3+} (أكثر إستقراراً – أقل إستقراراً) من أيون Fe^{2+}

٣٥- عند تفاعل الحديد مع حمض الهيدروكلوريك المخفف ينتج :

(كلوريد حديد II و ليس كلوريد حديد III - كلوريد حديد III و ليس كلوريد حديد II - الإثنين معاً)

٣٦- التركيب الالكترونى لأيون الحديد II ينتهى بـ ($4S^2, 3d^4$ – $4S^0, 3d^6$ – $4S^1, 3d^5$)

٣٧- سبيكة النحاس و الذهب من السبائك : (البينية – الإستبدالية – المركبات بينفلزية)

٣٨- سبيكة السيمنيت صيغتها الكيميائية : (3F - Fe_3C - FeC)

٣٩- يتفاعل الحديد مع الكبريت و يعطى (Fe_2S – FeS – $FeSO_4$ – $Fe_2(SO_4)_3$)

٤٠- عند إختزال أكسيد حديد مغناطيسى عند درجة حرارة من 400 : 700 °م ينتج :

(Fe_2O_3 – FeO – Fe)

٤١- تظهر الخاصية الديا مغناطيسية فى العناصر و الأيونات الآتية عدا :

(Zn – Zn^{+2} – Cu^{+1} – Cu^{+2})

٤٢- يمكن حفظ الأحماض فى أوعية من (الكوبلت – الحديد – المنجنيز – النيكل)

٤٣- يتفاعل .... مع الأحماض المخففة و تعطى أملاح الحديد II و الماء .

(Fe – Fe_3O_4 – FeO – Fe_2O_3)

٤٤- أيون .... غير ملون و ديا مغناطيسى (Co^{+2} – Ti^{+2} – Cu^{+} – Cu^{+2})

٤٥- تستخدم مركبات .... كمبيد حشرى و مبيد للفطريات عند تنقية ماء الشرب .

(الفاناديوم – الكروم – الحديد – النحاس)

٤٦- تتم عملية إختزال خام الحديد فى فرن مدركس بإستخدام :

(غاز CO فقط – غاز H_2 فقط – مخلوط من CO , H_2 – مخلوط H_2O , CO_2)

٤٧- يوجد الحديد بشكل حر فى (السيدريت – النيازك – السمنيتيت – البوكسيت) .

٤٨- جميع الأيونات التالية غير ملونة عدا (الخارصين II – السكانديوم III – فاناديوم V – النحاس II)

س : أعد كتابة العبارات التالية بعد تصويب ما بها من أخطاء " إن وجدت "

١- العنصر الإنتقالى يكون المستويان الفرعيان d , f فى ذرته غير ممتلئين فى الحالة الذرية فقط .

٢- تعتبر سبيكة الألومنيوم و النيكل من السبائك البينية .

٣- مركبات الحديد II أكثر ثباتاً من مركبات الحديد III لأن مركبات الحديد III سهلة الأكسدة .

٤- أيون الفاناديوم 4+ يكون ملوناً لأن جميع أوربيتالات المستوى الفرعى 3d فيه فارغة .

٥- يقوم غاز ثانى أكسيد الكربون بدور العامل المختزل فى فرن مدركس .

٦- يقاوم الحديد فعل عوامل الجو رغم نشاطه الكيميائى .

٧- العنصر الإنتقالى عنصر تكون فيه أوربيتالات f , d مشغولة بالإلكترونات .

٨- يستخدم الكوبلت 60 المشع فى التنبؤات الجوية .

٩- يستخدم الفاناديوم فى ملفات التسخين .

١٠- أيون النحاس II ديا مغناطيسى بينما أيون خارصين II بارامغناطيسى .

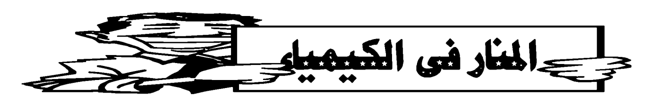
١١- عند تسخين أكسالات الحديد II بمعزل عن الهواء يتكون أكسيد حديد III .

١٢- يكون الحديد مع النيكل سبيكة بينفلزية .

١٣- تعتبر عناصر العملة عناصر إنتقالية .

١٤- تكون الفلزات الإنتقالية سبائك إستبدالية فيما بينها .

١٥- العزم المغناطيسى لأيون Fe^{+2} أكبر من أيون Mn^{+2} (Fe_{26} - Mn_{25}) .



س : ما الدور الذى يقوم به

١- الغاز المائى فى فرن مدركس . ٣- فحم الكوك فى الفرن العالى .
٢- عمليات التكسير فى تجهيز خامات الحديد . ٤- عملية التحميص فى تجهيز خام الحديد .
٥- ثانى أكسيد المنجنيز فى صناعة العمود الجاف .
٧- السكانديوم فى مصابيح أبخرة الزئبق . ٨- التيتانيوم فى مجال الطب .
٦- خامس أكسيد الفانديوم فى صناعة المغناطيسيات .
٩- خامس أكسيد الفانديوم فى تحضير حمض الكبريتيك . " مع التوضيح بالمعادلات "
١٠- ثانى أكسيد المنجنيز فى تفاعل إنحلال H_2O_2 . " مع التوضيح برسم تخطيطى "

س : أكتب المصطلح العلمي

١- عناصر يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى 5d .
٢- عملية تسخين خام الحديد فى الهواء للتخلص من الرطوبة .
٣- العنصر الذى تكون فيه أوربيتالات d , f مشغولة و لكنها غير ممتلئة بالإلكترونات سواء فى الحالة الذرية أو فى أى حالة من حالات التأكسد .
٤- الخاصية المغناطيسية للعناصر التى تكون الإلكترونات فى جميع أوربيتالاتها فى حالة إزدواج .
٥- عملية تجميع مسحوق الحديد الناتج من تنظيف غازات الإختزال فى أحجام كبيرة متجانسة .
٦- فصل الشوائب عن خامات الحديد عن طريق خاصية التوتر السطحى .
٧- خاصية مغناطيسية للعناصر الإنتقالية تكون فيها بعض أوربيتالات d مشغولة بالإلكترونات لكنها غير ممتلئة .
٨- نوع من السبائك يحدث عندما تكون ذرات السبيكة لها نفس القطر والخواص الكيميائية و الشكل البلورى .
٩- تجفيف خامات الحديد للتخلص من الرطوبة ورفع نسبة الحديد بها .
١٠- الفرن الذى يستخدم فيه أول أكسيد الكربون CO فى اختزال خام الهيماتيت .
١١- مادة تنجذب للمجال المغناطيسى الخارجى لوجود الكترونات مفردة فى أوربيتالات d .
١٢- خليط من فلزين أو أكثر أو لا فلز للحصول على صفات جيدة .
١٣- ظاهرة تتسبب فى عدم تفاعل الحديد مع حمض النيتريك المركز .
١٤- عملية تحويل خامات الحديد الضخمة لأحجام صغيرة ليسهل اختزالها .

س : أذكر إستخداماً واحداً أو أهمية واحدة لكل من

١- التيتانيوم . ٢- الكروم .
٣- المحول الأكسجينى . ٤- الفانديوم .
٥- الكوبلت 60 . ٦- النيكل .
٧- النحاس . ٨- الفرن العالى .
٩- تقارب طاقة المستويين الفرعيين d , s على حالات التأكسد . ١٠- محلول برمنجنات البوتاسيوم .
٨- التحميص فى تجهيز خام الحديد لعملية الاختزال

س : <u>وضح بالمعادلات الرمزية</u>

١- تفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المخفف .

٢- تسخين هيدروكسيد الحديد III .

٣- تسخين الحديد مع الكبريت .

٤- التسخين الشديد لأكسالات الحديد II .

٥- إمرار بخار الماء على الحديد المسخن لدرجة الإحمرار ، ثم إضافة حمض الكبريتيك المركز للناتج مع التسخين .

٦- تفاعل غاز الكلور مع الحديد الساخن ثم إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى الناتج .

٧- التسخين الشديد لكبريتات الحديد II .

٨- التسخين الشديد لخام الليمونيت .

٩- إمرار الهواء الساخن على الحديد المسخن لدرجة الإحمرار .

١٠- ماذا يحدث عند تسخين أكسيد الحديد الأسود Fe_3O_4 فى الهواء .

١١- إضافة محلول الصودا الكاوية إلى محلول كلوريد حديد III .

١٢- اختزال أكسيد الحديد II بواسطة أول أكسيد الكربون .

١٣- تأثير حمض الكبريتيك المركز الساخن على أكسيد الحديد III .

١٤- تفاعل أكسيد الحديد II مع حمض الكبريتيك مع ذكر شروط التفاعل .

١٥- تأثير حمض الكبريتيك المركز الساخن على أكسيد الحديد الأسود Fe_3O_4 .

س : <u>ما المقصود بكل من</u>

عملية التلبيد – العنصر الإنتقالى – سبائك المركبات البينفلزية – السبائك الإستبدالية – خمول الحديد .

س : <u>وضح بالمعادلات الرمزية كيف تحصل على</u>

١- أكسيد حديد مغناطيسى من أكسيد حديد III .

٢- كبريتات الحديد III من كبريتات حديد II .

٣- كلوريد حديد II من أكسيد حديد III .

٤- أكسيد حديد III من كلوريد حديد III .

٥- الحديد من أكسالات الحديد II .

٦- أكسيد حديد III من أكسالات حديد II .

٧- هيدروكسيد حديد III من كلوريد حديد III .

٨- أكسيد حديد III من كبريتات حديد II .

٩- أكسيد حديد II من أكسالات الحديد II .

١٠- كلوريد الحديد III من الحديد .

١١- أكسيد حديد III من كبريتات حديد II .

١٢- كلوريد حديد II من برادة الحديد .

١٣- أكسيد حديد III من السيدريت .

١٤- هيدروكسيد حديد III من حديد و العكس .

١٥- حديد مع كبريتات حديد II و العكس .

١٦- هيدروكسيد حديد III من السيدريت .

١٧- أكاسيد الحديد الثلاثة من برادة حديد .

١٨- كبريتيد حديد II من أكسيد حديد III .

١٩- الحديد من كلوريد الحديد III .

٢٠- كلوريد الحديد III من السيدريت .

٢١- كبريتيد الحديد II من أكسيد الحديد المغناطيسى .

٢٢- خليط من كبريتات الحديد II و كبريتات الحديد III من أكسالات الحديد II .

٢٣- إضافة محلول النشادر إلى محلول كلوريد الحديد III ثم تسخين الناتج بشدة .

٢٥- كلوريد حديد II و كلوريد حديد III كل على حدة من حديد .

أسئلة متنوعة

١- بين بالمعادلات الرمزية التفاعلات التى تحدث داخل الفرن العالى .
٢- أشرح أهمية التحميص مع كتابة المعادلات .
٣- أذكر إثنين من خامات الحديد مع كتابة الصيغة الجزيئية لكل منهما .
٤- كيف تستخدم برادة الحديد فى التمييز بين حمض كبريتيك مخفف و حمض كبريتيك مركز مع كتابة **المعادلات** .
٥- **قارن بين التركيب** الإلكترونى للكلاً من : ذرة النحاس و ذرة الكروم .
٦- رتب **الأيونات الآتية** تنازلياً حسب قوى الجذب المغناطيسى لها مع التعليل : Ni^{+2} , Fe^{+3} , Co^{+2}
٧- وضح بالمعادلات **تحضير** الغازات المختزلة فى كلاً من : فرن مدركس – الفرن العالى .
٨- من دراستك **لعناصر السلسلة الأولى** يوجد عنصران ينتهى تركيبهما الألكترونى بـ $3d^{10}$ ما هما ؟
أحدهما يشذ تركيبه الإلكترونى عن المتوقع و الآخر لا يعتبر عنصر إنتقالى – ما سبب ذلك ؟
٩- قارن بين الفرن العالى و **فرن مدركس** من حيث العامل المختزل .
١٠- قارن بين الهيمياتيت و المجنتيت **من حيث** : اللون – الإسم العلمى – الصيغة الجزيئية .
١٢- يتفاعل الحديد مع الكلور مكوناً **مركب A و يتفاعل** مع حمض الهيدروكلوريك مكوناً مركب آخر B
- وضح ذلك بالمعادلات المتزنة .
- أى من A و B ينجذب أكثر للمغناطيس – و لماذا .
- كيف تميز عملياً بين كل من A , B موضحاً بالمعادلات **الموزونة** . (الباب الثانى)

س : أذكر أسم العنصر الإنتقالى الذى يستخدم هو أو مركباته فى :

١- صناعة الأدوات و الأسلاك الكهربية .
٢- صناعة الصلب المستخدم **فى** زنبركات السيارات .
٣ - صناعة النشادر .
٤- عمليات زراعة الأسنان و **المفاصل الصناعية** .
٥- صناعة البطاريات الجافة فى السيارات الحديثة .
٦- صناعة حمض الكبريتيك **بطريقة** التلامس .
٧ - صناعة ملفات التسخين و الأفران الكهربية .
٨- لون أحمر فى الدهانات .
٩- طلاء المعادن لمنع تأكسدها و إعطائها شكل أفضل .
١٠- طلاء المعادن و دباغة **الجلود** .
١١- صناعة الأصباغ .
١٢- صناعة الزجاج و السيراميك **كصبغة** .

س : تخير من المجموعة (B) الإستخدام المناسب للمواد فى المجموعة (A)

المجموعة (A)	المجموعة (B)
- الكوبلت	- صناعة هياكل الطائرات و مركبات الفضاء .
- التيتانيوم	- سبيكته مع الألومنيوم تصنع منها عبوات المشروبات الغازية .
- الكروم	- يستخدم فى دباغة الجلود .
- المنجنيز	- يكون سبيكة الصلب الذى لا يصدأ .
- الفاناديوم	- يستخدم فى صناعة السيراميك كصبغة .
	- يستخدم فى صناعة البطاريات الجافة فى بطاريات السيارات .

س : <u>تخير من العمودين</u> (B) ، (C) ما يناسب العمود (A)

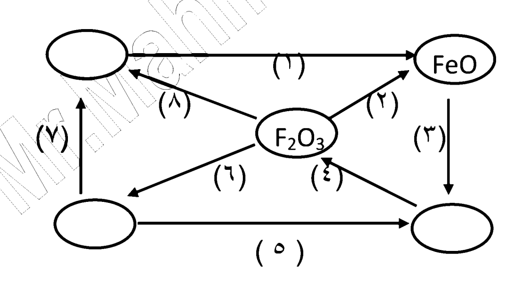
المجموعة (A)	المجموعة (B)	المجموعة (C)
- المنجنيز - الكوبلت - أكسيد الحديد الأسود - الهيماتيت - النحاس الأصفر - السيمنتيت	- يعرف باسم الماجينتيت . - من السبائك البينفلزية . - له سبيكة تستخدم فى صناعة خطوط السكك الحديدية . - يستخدم فى صناعة المغناطيسيات . - نسبة الحديد فيه ٥٠ : ٦٠% - من السبائك الإستبدالية .	- تحضر بالترسيب الكهربى . - لها الصيغة Fe_3C . - له 12 نظير مشع . - له الصيغة الكيميائية Fe_3O_4 . - مكونة من الحديد و النحاس . - لونه أحمر داكن سهل الإختزال . - عنصر شديد الهشاشة .

س : <u>مستخدماً المواد التالية</u> (برادة الحديد – غاز الكلور – حمض الهيدروكلوريك المخفف – هيدروكسيد أمونيوم – حرارة) وضح بالمعادلات كيف تحصل منها على :

١- راسب بنى محمر . ٢- راسب أبيض مخضر . ٣- أكسيد الحديد III .

س : <u>ما المقصود بما يلي</u> : العنصر الإنتقالى – التحميص – السبائك .

س٧ : اكتب المعادلات التى تعبر عن المخطط التالى من (١) الى (٨)



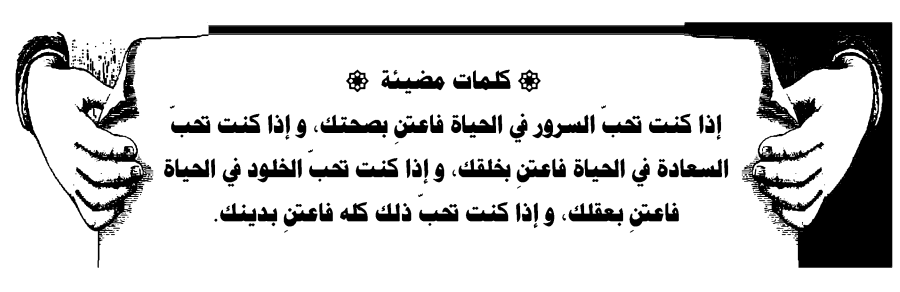
Best wishes and sincere supplication superiority
Mahmoud Ragab Ramadan
0122 – 5448031

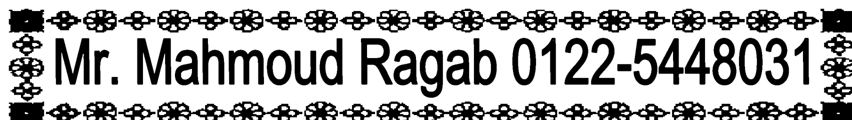
أرق التمنى وصادق الدعاء بالتفوق
محمود رجب رمضان
0122-5448031

بحمد الله تم

الباب الثانى

التحليل الكيميائى





مقدمة

مرحباً بك عزيزى طالب الصف الثالث الثانوى و تهنئة من القلب على إجتيازك الصف الثانى الثانوى بنجاح و نتمنى لك كل التوفيق فى هذا العام الجديد .

مذكرة المنار مع أطيب أمنياتى بالنجاح و التوفيق .

أهم أسباب التفوق فى الشهادة الثانوية (إن شاء الله)

❶ التقــوى : يجــب علــى الطالــب أن يتــق الله عــزو جــل فــى أفعالــه و أقوالــه حتــى يحصــل علــى العلــم عمــلا بقولــه تعالي " و اتقوا الله و يعلمكم الله " لذلك يجب عليه تبعاً لذلك ترك المعاصى و التوبة إلى الله توبة نصوحا.

❷ المحافظة على الصلاة في أوقاتها خاصة صلاة الفجر .

❸ اللجوء لله بكثرة الدعاء له و التوكل عليه فى التوفيق فى المذاكرة و تحصيل العلم.

❹ تنظيم الوقت جيداً و عمل جدول أسبوعى للمذاكرة بحيث تكون هناك ساعات فى اليوم لمذاكرة الدروس الجديدة و عمل الواجبات و ساعات أخرى لمراجعة القديم ، كما يراعى فى التنظيم ان تراجع كل مادة على الأقل مرة واحدة فى الأسبوع.

❺ قبــل المــذاكرة اقــرأ و لــو صــفحة واحــدة مــن القــرآن الكــريم بتركيــز شــديد و تمعــن و تــدبر حتــى يكــون ذهنــك صــافياً و بعد ذلك يبدأ عقلك فى التركيز فى تحصيل العلم فقط دون تشويش من اى مؤثر خارجى .

❻ ابدأ المذاكرة بدعاء قبل المذاكرة و اختمها بدعاء بعد المذاكرة .

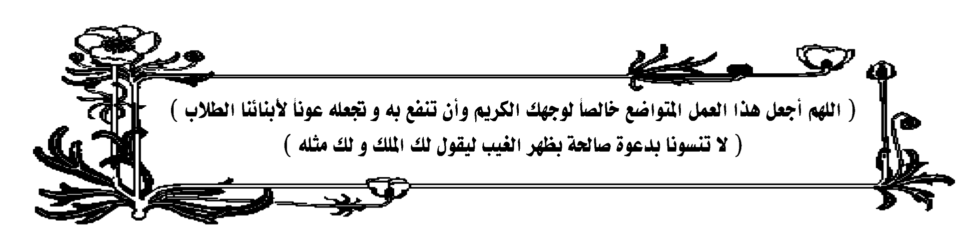
❼ اثناء المذاكرة حاول ان تستخدم عدة طرق لتثبيت المعلومات كالتالى : اقرأ الجزء الذى ستذاكره كاملاً أول مرة ثم قم بتقسيمه إلى عدة عناوين و أجزاء ثم ذاكر كل جزء على حدة بالصوت العالى مرة و بالقراءة مرة و بالكتابة مرة أخرى ثم ذاكر جميع الأجزاء معاً ثم قم بحل بعض الأسئلة على الدرس كاملاً .

🕮 دعاء قبل المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إنى أسألك فهم النبيين و حفظ المرسلين و إلهام الملائكة المقربين ، اللهم اجعل ألسنتنا عامرة بذكرك و قلوبنا بخشيتك و أسرارنا بطاعتك إنك على كل شئ قدير و حسبنا الله و نعم الوكيل " ❁

🕮 دعاء بعد المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إني أستودعك ما قرأت وما حفظت فرده علي عند حاجتي إليه يا رب العالمين " ❁



تراكم معرفي

مراجعة مفاهيم و قوانين سبق دراستها في الصفين الأول و الثاني الثانوي .

☒ **المول :**

كمية المادة التي تحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات (ذرات – جزيئات – أيونات – وحدات صيغة – إلكترونات).

☒ **الكتلة المولية :**

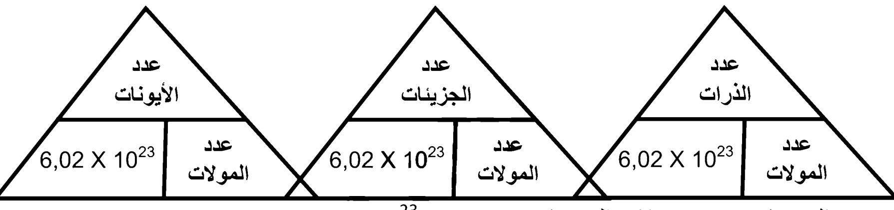
مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب :

الجزئ أو وحدة الصيغة مقدرة بوحدة الجرام .

كتلة المادة

عدد المولات | كتلة المول

المول و عدد أفوجادرو

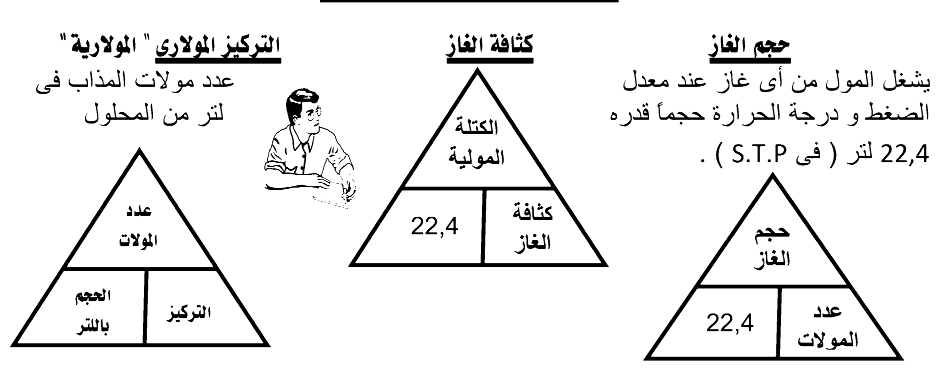


- عدد الجزيئات = عدد مولات الجزيئات × $6,02 \times 10^{23}$
- عدد الأيونات = عدد مولات الأيونات × $6,02 \times 10^{23}$
- عدد الذرات = عدد مولات الذرات × $6,02 \times 10^{23}$

المنار فى الكيمياء

المول الواحد من أى مادة يحتوى على عدد من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات يعرف بعدد أفوجادرو و يساوى $6,02 \times 10^{23}$

الحساب الكيميائى في الغازات



حجم الغاز

يشغل المول من أى غاز عند معدل الضغط و درجة الحرارة حجماً قدره 22,4 لتر (فى S.T.P) .

كثافة الغاز

التركيز المولارى " المولارية "

عدد مولات المذاب فى لتر من المحلول

الكيمياء التحليلية :

أحد فروع علم الكيمياء يستخدم في التعرف على : نوع العناصر المكونة للمادة - نسبة كل عنصر - طريقة إرتباط العناصر مع بعضها للوصول إلى صيغة جزيئية للمادة أو لمجموعة المركبات المكونة لها إن كانت مخلوطاً .

أهمية الكيمياء التحليلية :

يعتبر التحليل الكيميائى أحد فروع علم الكيمياء الهامة التى **ساهمت فى تقدم علم الكيمياء** و تطور المجالات العلمية المختلفة مثل : الطب – الزراعة – الصيدلة – الصناعات الغذائية – البيئة ..... .

- **مجال الزراعة :**

التحليل الكيميائى للتربة لمعرفة خواصها من حيث : الحموضة – القاعدية – نوع و نسب العناصر الموجودة في التربة (علل) لتحسين خواص التربة و المحاصيل بمعالجة التربة عن طريق إضافة الأسمدة المناسبة .

- **مجال الصناعة :**

التحليل الكيميائى للخامات و المنتجات لتحديد مدى مطابقتها للمواصفات القياسية .

- **مجال الطب :**

في التحاليل الطبية مثل:

١- تحديد نسبة السكر و الزلال و البولينا و الكوليسترول يسهل مهمة الطبيب في التشخيص و العلاج .

٢- معرفة تركيز المكونات الفعالة في الأدوية .

- **مجال خدمة البيئة :**

١- معرفة نسبة غازات : أول أكسيد الكربون – ثانى أكسيد الكبريت – أكاسيد النيتروجين في الجو .

٢- معرفة و قياس محتوى الغذاء و الماء من الملوثات البيئية الضارة .

أنواع التحليل الكيميائي Chemical analysis types

التحليل الوصفى (الكيفى = النوعى) Qualitative Analysis	التحليل الكمى Quantitative Analysis
- تحليل يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية (ملح بسيط) أو مخلوط من عدة مواد .	- تحليل يهدف إلى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة .

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم

⇦ علل : لابد من إجراء عملية تحليل كيفى أولاً قبل التحليل الكمى .

↲ للتعرف على مكونات المادة حتى يمكن إختيار أنسب الطرق لتحليلها كمياً .

أولاً : التحليـل الكيميائى الوصفى Qualitative Chemical analysis

يمكن وضع **تعريف جديد** للتحليل الوصفي و هو : سلسلة من تفاعلات مختارة مناسبة تجرى للكشف عن نوع المكونات الأساسية لمادة على أساس التغيرات الحادثة فى هذه التفاعلات .

فروع التحليـل الكيميائى الوصفى

يضم التحليل الكيميائى الوصفي فرعين هما :

تحليل المركبات العضوية	تحليل المركبات غير العضوية
يتم فيه الكشف عن العناصر و المجموعات الوظيفية الموجودة بهدف التعرف على المركب .	يتم فيه التعرف على الأيونات التى يتكون منها المركب غير العضوى و يشمل هذا النوع : ١- الكشف عن الكاتيونات (الشقوق القاعدية) . ٢- الكشف عن الأنيونات (الشقوق الحامضية) .

الكشف عن الأنيونات (الشقوق الحامضية)

يمكن تقسيم الأنيونات إلى **ثلاث مجموعات** لكل مجموعة كاشف معين هى :

١- مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك **المخفف** .

٢- مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك **المركز** .

٣- مجموعة أنيونات **محلول** كلوريد الباريوم .

أولاً : مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

تشمل هذه المجموعة الآنيونات التالية : كربونات CO_3^{--} / بيكربونات HCO_3^{-} / كبريتيت SO_3^{--} / ثيوكبريتات $S_2O_3^{--}$ / نيتريت NO_2^{-} / كبريتيد S^{--} .

أساس الكشف :

حمض الهيدروكلوريك المخفف أكثر ثباتاً من الأحماض التى أشتقت منها هذه الأنيونات فعند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف **لأملاح** هذه الأنيونات تنفصل هذه **الأحماض** فى صورة **غازات** يتم الكشف عنها بواسطة كاشف مناسب .

⇦ علل : عند الكشف عن أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف يفضل التسخين الهين .

↫ لأن التسخين الهين يساعد على طرد الغازات الناتجة من التفاعل .

<u>التجربة الأساسية</u> : الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

<u>آنيون الكربونات</u> Carbonate CO_3^{-2}

يحدث فوران و يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى **يعكر** ماء الجير إذا مر فيه لفترة قصيرة .

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$$

يتعكر ماء الجير لتكون كربونات كالسيوم **غير ذائبة** :

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \xrightarrow[S.T]{\text{مدة قصيرة}} CaCO_3 + H_2O$$

⇦ س علل : يمر غاز ثانى أكسيد الكربون فى ماء الجير لفترة قصيرة .

↫ حتى لا يزول التعكير نتيجة تحول <u>كربونات</u> الكالسيوم المتكونة إلى <u>بيكربونات</u> كالسيوم ذائبة .

<u>ملحوظة</u> :

- ✓ **جميع أملاح الكربونات <u>لا تذوب</u> فى الماء <u>عدا</u> كربونات : الصوديوم – البوتاسيوم – الأمونيوم .**
- ✓ **جميع أملاح الكربونات و البيكربونات تذوب فى الأحماض بينما جميع أملاح <u>البيكربونات</u> قابلة للذوبان فى الماء .**

<u>تجربة تأكيدية</u> :

محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم : يتكون <u>راسب أبيض على البارد</u> **يذوب** فى حمض **الهيدروكلوريك** .

$$Na_2CO_3 + MgSO_4 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{MgCO_3\downarrow} + Na_2SO_4$$

$$MgCO_3 + HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

HCO_3^- Bicarbonate **آنيون البيكربونات**

نفس التجارب السابقة (يحدث فوران و يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون **يعكر** ماء الجير إذا مر فيه لفترة **قصيرة**) و **لكن** مع التسخين فى التجربة التأكيدية :

$$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$$

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم : يتكون راسب أبيض بعد **التسخين** .

$$2\,NaHCO_3 + MgSO_4 \longrightarrow Mg(HCO_3)_2 + Na_2SO_4$$

$$Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{MgCO_3\downarrow} + H_2O + CO_2 \uparrow$$

ملحوظة : محاليل البيكربونات **لا تعطي مع كبريتات الماغنسيوم راسب على البارد و لكن تعطي الراسب بعد التسخين** .

SO_3^{-2} Sulphite **آنيون الكبريتيت**

يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت SO_2 ذو **رائحة نفاذة** (خانقة) والذى يحول ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ **المحمضة** بحمض الكبريتيك المركز من اللون **البرتقالى** إلى اللون **الأخضر** .

$$Na_2SO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2 \uparrow$$

$$K_2Cr_2O_7 + 3SO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$$

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول نترات الفضة $AgNO_3$: يتكون راسب **أبيض** يتحول إلى **أسود** بالتسخين .

$$Na_2SO_3 + 2AgNO_3 \longrightarrow 2NaNO_3 + \underset{\text{راسب أبيض}}{Ag_2SO_3\downarrow}$$

S^{-2} Sulphide **آنيون الكبريتيد**

يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S ذو **رائحة كريهة** و الذى **يسود** ورقة مبللة بمحلول أسيتات رصاصII .

$$Na_2S + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2S \uparrow$$

$$H_2S + (CH_3COO)_2\,Pb \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود}}{PbS\downarrow} + 2CH_3COOH$$

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول نترات الفضة $AgNO_3$: يتكون راسب **أسود** من كبريتيد الفضة .

$$Na_2S + 2AgNO_3 \longrightarrow 2NaNO_3 + \underset{\text{راسب أسود}}{Ag_2S\downarrow}$$

$S_2O_3^{-2}$ Thiosulphat **آنيون الثيوكبريتات**

يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت SO_2 و يظهر راسب **أصفر** باهت (علل) نتيجة تعلق **الكبريت** فى المحلول .

$$2HCl + Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2 + S\downarrow$$

راسب أصفر

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول اليود : **يزول** لون محلول اليود **البنى** .

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

رباعى ثيونات صوديوم

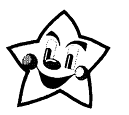
NO_2^- Nitrite **آنيون النيتريت**

يتصاعد غاز أكسيد نيتريك NO **عديم اللون** يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى غاز ثانى أكسيد نتروجين NO_2 **بنى محمر**

$$NaNO_2 + HCl \longrightarrow NaCl + HNO_2$$

$$3HNO_2 \longrightarrow HNO_3 + 2NO\uparrow + H_2O$$

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2\uparrow$$



تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول برمنجانات بوتاسيوم محمضة بحمض الكبريتيك المركز : **يزول** لون محلول البرمنجانات **البنفسجى** .

$$5NaNO_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 5NaNO_3 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O$$

يجيء القرآن يوم القيامة كالرجل الشاحب يقول لصاحبه : هل تعرفني ؟ أنا الذي كنت أسهر ليلك ، واظمئ هواجرك وإن كل تاجر من وراء تجارته ، وأنا لك اليوم من وراء كل تاجر ، فيعطى الملك بيمينه ، والخلد بشماله ، ويوضع على رأسه تاج الوقار ، ويكسى والداه حلتين لا تقوم لهم الدنيا وما فيها ، فيقولان : يا رب ! أنى لنا هذا ؟ فيقال : بتعليم ولدكما القرآن . وإن صاحب القرآن يقال له يوم القيامة : اقرا وارتق في الدرجات ، ورتل كما كنت ترتل في الدنيا ، فإن منزلتك عند آخر آية معك .

ثانياً : مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز

تشمل هذه المجموعة الآنيونات التالية : كلوريد Cl^- / بروميد Br^- / يوديد I^- / نيترات NO_3^-

أساس الكشف :

حمض الكبريتيك المركز أكثر ثباتاً من الأحماض التى أشتقت منها هذه الأنيونات فعند إضافة حمض **الكبريتيك المركز** لأملاح هذه الأنيونات ثم **التسخين** تنفصل هذه الأحماض فى صورة **غازات** يمكن الكشف عنها بالكواشف المناسبة .

التجربة الأساسية :

الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز ثم التسخين عند الضرورة

آنيون الكلوريد Cl^- Chloride

يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين **عديم اللون** يكون سحباً بيضاء مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر .

$$2NaCl + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc/} Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow$$

$$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl\uparrow$$

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول نيترات الفضة : يتكون راسب **أبيض من كلوريد** الفضة يتغير إلى **بنفسجى** فى الضوء و **يذوب** فى محلول النشادر (هيدروكسيد الأمونيوم) المركز .

$$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + \underset{\text{راسب أبيض}}{AgCl\downarrow}$$

آنيون البروميد Br^- Bromide

يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون **يتأكسد** جزء منه بفعل حمض الكبريتيك و **تنفصل أبخرة برتقالية حمراء** من البروم تسبب **إصفرار** ورقة مبللة بمحلول **النشا** .

$$2NaBr + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc/} Na_2SO_4 + 2HBr\uparrow$$

$$2HBr + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc} 2H_2O + SO_2 + Br_2\uparrow$$

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول نيترات الفضة : يتكون راسب **أبيض مصفر** من بروميد الفضة يصبح **داكن** فى الضوء و **يذوب ببطء** فى محلول **النشادر** المركز (هيدروكسيد الأمونيوم) .

$$NaBr + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + \underset{\text{راسب أبيض مصفر}}{AgBr\downarrow}$$

I^- Iodide آنيون اليوديد

يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون **يتأكسد** جزء منه بفعل حمض الكبريتيك و تنفصل **أبخرة** اليود و تظهر بلونها البنفسجى عن **التسخين** تصبغ لون ورقة مبللة بمحلول **النشا** باللون **الأزرق** .

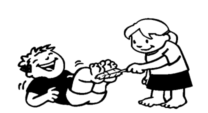
$$2KI + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc/} K_2SO_4 + 2HI\uparrow$$

$$2HI + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc} 2H_2O + SO_2 + I_2\uparrow$$

نجربة نأكيدية :

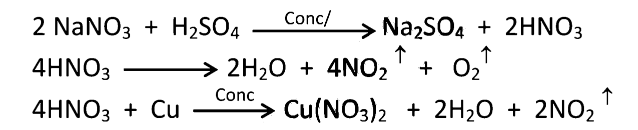
محلول الملح + محلول نيترات الفضة : يتكون راسب **أصفر** من يويد الفضة **لا يذوب** فى محلول **النشادر** .

$$NaI + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + \underset{\text{راسب أصفر}}{AgI\downarrow}$$



NO_3^- Nitrat آنيون النيترات

يتصاعد أبخرة (غاز) ثانى أكسيد **النيتروجين بنى محمر** نتيجة لتحلل حمض **النيتريك** و **تزداد** كثافة الأبخرة عند إضافة قليل من خراطة **النحاس** (لأن **حمض النيتريك** الناتج يتفاعل مع **النحاس** و يتصاعد أيضاً غاز NO_2) .



$$2NaNO_3 + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc/} Na_2SO_4 + 2HNO_3$$

$$4HNO_3 \longrightarrow 2H_2O + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

$$4HNO_3 + Cu \xrightarrow{Conc} Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2\uparrow$$

نجربة نأكيدية : (إخنبار الحلقة البنية)

محلول الملح + محلول كبريتات حديد II + قطرات حمض كبريتيك مركز تضاف بحرص على السطح الداخلى للأنبوبة :

تتكون حلقة **بنية** عند السطح الفاصل بين الحمض و محلولى التفاعل **تزول** بالرج أو التسخين .

$$2NaNO_3 + 6FeSO_4 + 4H_2SO_4 \xrightarrow{Conc} 3Fe_2(SO_4)_3 + Na_2SO_4 + 4H_2O + 2NO$$

$$FeSO_4 + NO \longrightarrow FeSO_4 . NO$$ (**مركب الحلقة البنية**)

اللهم إنك تعلم أنى عرفتك على مبلغ إمكانى ، فاغفر لى فإن معرفتى إياك وسيلتى إليك .

يمكن إيجاز ما سبق من تجارب فى المخطط التالى

(مجموعة آنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف)

عند إضافة الملح الصلب إلى محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl

حمض هيدروكلوريك مخفف HCl

- **أنيون كربونات CO_3^{-2}** و **أنيون بيكربونات HCO_3^{-2}**
  - يحدث فوران و يتصاعد غاز CO_2 يعكر ماء الجير الرائق
  - تجربة تأكيدية: يتم إضافة محلول $MgSO_4$
  - المشاهدة: راسب أبيض من كربونات ماغنسيوم $MgCO_3$
    - على البارد مع الكربونات
    - بعد التسخين مع البيكربونات

- **أنيون كبريتيت SO_3^{-2}**
  - يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت SO_2 له رائحة نفاذة يخضر ورقة مبللة بمحلول الكرومات
  - تجربة تأكيدية: يتم إضافة محلول $AgNO_3$
  - المشاهدة: راسب أبيض من كبريتيت فضة Ag_2SO_3 يسود بالتسخين

- **أنيون ثيوكبريتات $S_2O_3^{-2}$**
  - يتصاعد غاز SO_2 له رائحة نفاذة و يترسب كبريت أصفر
  - تجربة تأكيدية: يتم إضافة محلول I_2
  - المشاهدة: يزول لون محلول اليود البنى

- **أنيون كبريتيد S^{-2}**
  - يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S له رائحة كريهه يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص
  - تجربة تأكيدية: يتم إضافة محلول $AgNO_3$
  - المشاهدة: راسب أسود من كبريتيد الفضة Ag_2S

- **أنيون نيتريت NO_2^{-}**
  - يتصاعد غاز أكسيد نيتريك NO عديم اللون يتحول إلى ثانى أكسيد نيتريك NO_2 بنى محمر عند فوهة الأنبوبة
  - تجربة تأكيدية: يتم إضافة محلول $KMnO_4$
  - المشاهدة: يزول لون محلول البرمنجانات البنفسجى

يمكن إيجاز ما سبق من تجارب فى المخطط التالى

(مجموعة آنيونات حمض الكبريتيك المركز)

عند إضافة الملح الصلب إلى محلول حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4

حمض كبريتيك مركز H_2SO_4

آنيون كلوريد Cl^-

يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون يكون سحب بيضاء من كلوريد الأمونيوم عند تعريضه لساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر.

تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول $AgNO_3$ ينتج راسب أبيض من كلوريد الفضة يتغير إلى بنفسجى فى الضوء و يذوب فى محلول النشادر

آنيون البروميد Br^-

يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد بحمض الكبريتيك المركز و تنفصل أبخرة البروم بلونها البرتقالى الأحمر تصبغ لون ورقة مبللة بمحلول النشا باللون أصفر .

تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول $AgNO_3$ ينتج راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة يتحول إلى داكن فى الضوء يذوب ببطء فى النشادر

آنيون اليوديد I^-

يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد بحمض الكبريتيك المركز و تنفصل أبخرة اليود و تظهر بلونها البنفسجى عند التسخين تصبغ لون ورقة مبللة بمحلول النشا باللون الأزرق .

تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول $AgNO_3$ ينتج راسب أصفر من يوديد الفضة لا يذوب فى محلول النشادر .

آنيون نيترات NO_3^-

يتصاعد غاز ثانى أكسيد النيتروجين لونه بنى محمر يزداد بإضافة خراطة النحاس .

تجربة تأكيدية (الحلقة البنية) ← محلول كبريتات حديد II + حمض كبريتيك مركز ← المشاهدة ← حلقة بنية عند سطح الإنفصال تزول بالرج أو التسخين .

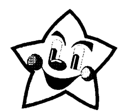
ثالثاً : مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$

تشمل هذه المجموعة الآنيونات التى لا تتأثر بحمض الهيدروكلوريك **المخفف** أو حمض الكبريتيك **المركز** و هى أنيون الكبريتات SO_4^{-2} و أنيون الفوسفات PO_4^{-3} .

أساس الكشف :

هذه **الأنيونات** لا تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك **المخفف** أو حمض الكبريتيك **المركز** لكن تعطى محاليل أملاحها **راسب** مع محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$.

التجربة الأساسية : محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم



آنيون الفوسفات Phosphate PO_4^{-3}

يتكون راسب **أبيض** من فوسفات الباريوم **يذوب** فى حمض الهيدروكلوريك **المخفف** .

$$2Na_3PO_4 + 3BaCl_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Ba_3(PO_4)_2 \downarrow} + 6NaCl$$

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول نيترات الفضة : يتكون راسب **أصفر من** فوسفات الفضة **يذوب** فى محلول النشادر و حمض النيتريك .

$$Na_3PO_4 + 3AgNO_3 \longrightarrow 3NaNO_3 + \underset{\text{راسب أصفر}}{Ag_3PO_4 \downarrow}$$

آنيون الكبريتات Sulphate SO_4^{-2}

يتكون راسب **أبيض** من كبريتات الباريوم **لا يذوب** فى حمض الهيدروكلوريك **المخفف** .

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{BaSO_4 \downarrow} + 2NaCl$$

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص II : يتكون راسب **أبيض** من كبريتات الرصاص .

$$Na_2SO_4 + (CH_3COO)_2Pb \longrightarrow 2CH_3COONa + \underset{\text{راسب أبيض}}{PbSO_4 \downarrow}$$

اللهم فاطر السماوات و الأرض ، علام الغيب و الشهادة ، ذا الجلال و الإكرام ، إنى اعهد إليك فى هذه الحياة الدنيا ، و اشهدك و كفى بك شهيداً أنى أشهد ان لاإله إلا أنت وحدك لا شريك لك ، و أن محمداً عبدك و رسولك ، و أشهد أن وعدك حق ، و لقاءك حق ، و الجنة حق ، و أن الساعة لاريب فيها ، و أنك تبعث من فى القبور ، و أنك إن تكلنى إلى نفسى تكلنى إلى ضعف و عورة و ذنب و خطيئة ، و إنى لا أثق إلا برحمتك فاغفر لى ذنوبى كلها و تب علىّ إنك أنت التواب الرحيم .

يمكن إيجاز ما سبق من تجارب فى المخطط التالى

(مجموعة آنيونات محلول كلوريد الباريوم)

عند إضافة محلول الملح إلى محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$

محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$

آنيون الفوسفات PO_4^{-3}

يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف .

تجربة تأكيدية يتم إضافة

محلول نيترات الفضة

المشاهدة

يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة يذوب فى محلول النشادر و حمض النيتريك .

آنيون الكبريتات SO_4^{-2}

يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لايذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف .

تجربة تأكيدية يتم إضافة

محلول أسيتات الرصاص II

المشاهدة

يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص .

المنار فى الكيمياء للثانوية العامة

Mr.Mahmoud Ragab 0122-5448031

الحمد لله اللهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و أنقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرآن ولك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و أظهرت أمننا وجمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سراً و علانية أو حىّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللهم على محمد وعلى آله و سلم .

الكشف عن الكاتيونات (الشقوق القاعدية)

- الشقوق **القاعدية** فى التحليل الكيفى تقسم إلى **ست** مجموعات تسمى **المجموعات التحليلية** .

- **الأساس العلمى لتقسيم الشقوق القاعدية** : **إختلاف ذوبان** أملاح هذه الفلزات فى **الماء** .

فمثلاً : كلوريدات فلزات المجموعة التحليلية **الأولى** (كلوريد الفضة **I** ، كلوريد الزئبق **I** ، كلوريد الرصاص **II**) شحيحة الذوبان فى الماء و لذلك يسهل ترسيبها و فصلها عن فلزات المجموعات الأخرى على **هيئة كلوريدات** عن طريق إضافة **كاشف المجموعة** وهو حمض الهيدروكلوريك المخفف .

- يسمى المحلول أو المحاليل التى تستخدم فى ترسيب أية مجموعة بـ (كاشف المجموعة) و لكل مجموعة من الشقوق القاعدية كاشف معين .

⇦ **س علل : الكشف عن الشق القاعدى أكثر تعقيداً من الكشف عن الشق الحمضى .**

لكثرة عدد الشقوق القاعدية و للتداخل فيما بينها ، و إمكانية وجود الشق الواحد فى أكثر من حالة تأكسد (**فمثلاً :** الحديد يمكن أن يوجد على هيئة أيون الحديدII أو على هيئة أيون الحديد III) .

- الجدول يوضح فلزات كل مجموعة و الكاشف المميز لها

المجموعة	الشقوق القاعدية " الكاتيونات "	كاشف المجموعة	الراسب
الأولى	فضه I – زئبق I – رصاص II	حمض هيدروكلوريك مخفف	كلوريدات
الثانية	نحاس II	غاز كبريتيد هيدروجين فى وسط حمضى	كبريتيدات
الثالثة	ألومنيوم – حديد II – حديد III	هيدروكسيد أمونيوم	هيدروكسيدات
الخامسة	كالسيوم	كربونات أمونيوم	كربونات

أولاً : المجموعة التحليلية الثانية

- **مثال : كاتيون النحاس II .**

التجربة الأساسية : محلول الملح + كاشف المجموعة (غاز H_2S + حمض HCl)

المشـــاهدة : يتكون راسب **أسود** من كبريتيد نحاس II يذوب فى حمض النيتريك الساخن .

$$CuSO_4 + H_2S \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود}}{CuS\downarrow} + H_2SO_4$$

ثانياً : المجموعة التحليلية الثالثة

- **من أمثلة كاتيونات المجموعة التحليلية الثالثة : أيون الألومنيوم – أيون الحديد II – أيون الحديد III .**

التجربة الأساسية : محلول الملح + كاشف المجموعة (هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH) .

كاتيون الألومنيوم Al^{+3}

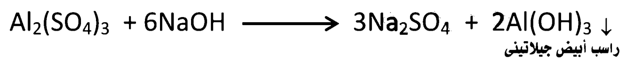
يتكون راسب **أبيض جيلاتينى** من هيدروكسيد الألومنيوم **يذوب** فى الأحماض المخففة **و** محلول الصودا الكاوية .

$$Al_2(SO_4)_3 + 6NH_4OH \longrightarrow 3(NH_4)_2SO_4 + 2Al(OH)_3\downarrow$$

راسب أبيض جيلاتينى

نجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم : يتكون راسب **أبيض جيلاتينى** من هيدروكسيد الألومنيوم **يذوب** فى **وفرة** من محلول هيدروكسيد الصوديوم مكوناً **ميتا ألومنيات الصوديوم** .



$$Al_2(SO_4)_3 + 6NaOH \longrightarrow 3Na_2SO_4 + 2Al(OH)_3\downarrow$$

راسب أبيض جيلاتينى

$$Al(OH)_3 + NaOH \longrightarrow NaAlO_2 + 2H_2O$$

كاتيون الحديد II Fe^{+2}

يتكون راسب **أبيض** من هيدروكسيد الحديد II يتحول إلى **أبيض مخضر** فى **الهواء و** يذوب فى الأحماض

$$FeSO_4 + 2NH_4OH \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + Fe(OH)_2\downarrow$$

راسب أبيض

نجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم : يتكون راسب **أبيض مخضر** من هيدروكسيد الحديد II .

$$FeSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + Fe(OH)_2\downarrow$$

راسب أبيض مخضر

اللهم إنى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة و المسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و الفسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم و البكم و الجذام و الجذام و سيئ الأسقام .

كاتيون الحديد III Fe^{+3}

يتكون راسب **جيلاتينى بنى محمر** من هيدروكسيد الحديد III **يذوب** فى الأحماض .

$$FeCl_3 + 3NH_4OH \longrightarrow 3NH_4Cl + Fe(OH)_3 \downarrow$$

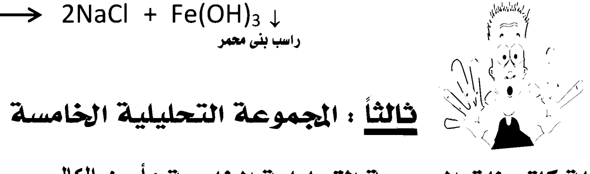
راسب جيلاتينى بنى محمر

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم : يتكون راسب **بنى محمر** من هيدروكسيد الحديد III .

$$FeCl_3 + 3NaOH \longrightarrow 2NaCl + Fe(OH)_3 \downarrow$$

راسب بنى محمر



ثالثاً : المجموعة التحليلية الخامسة

- **من أمثلة كاتيونات المجموعة التحليلية الخامسة** : أيون الكالسيوم .

التجربة الأساسية : محلول الملح + كاشف المجموعة (كربونات الأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$) .

كاتيون الكالسيوم II Ca^{+2}

يتكون راسب **أبيض** من كربونات الكالسيوم **يذوب** فى حمض الهيدروكلوريك المخفف و الماء المحتوى على CO_2 .

$$CaCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \longrightarrow 2NH_4Cl + CaCO_3 \downarrow$$

راسب أبيض

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

تجربة تأكيدية :

١) **محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف :** يتكون راسب **أبيض** من كبريتات الكالسيوم .

$$CaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow 2HCl + CaSO_4 \downarrow$$

راسب أبيض

٢) **الكشف الجاف :** كاتيونات الكالسيوم المتطايرة **بالتسخين** تكسب لهب بنزن لون **أحمر طوبى** .

اللهم من اعتز بك فلن يُذل ، و من اهتدى بك فلن يُضل ، و من استكثر بك فلن يُقل ، و من استقوى بك فلن يُضعف ، و من استغنى بك فلن يُفتقر ، و من استنصر بك فلن يُغلب ، و من توكل عليك فلن يُخيب ، و من جعلك ملاذاً فلن يُضيع ، و من اعتصم بك فقد هُدى إلى صراط مستقيم ، اللهم فكن لنا ولياً و نصيرا ، و كن لنا مُعيناً و مجيرا ، إنك كنت بنا بصيرا ....

يمكن إيجاز ما سبق من تجارب فى المخطط التالى :

الكاتيون	كاشف المجموعة	الراسب	تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH
كاتيون النحاس Cu^{+2}	كاشف المجموعة $HCl + H_2S$	راسب أسود من كبريتيد النحاس CuS	
كاتيون الألومنيوم Al^{+3}	كاشف المجموعة NH_4OH	راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$ يذوب فى الأحماض المخففة و محلول الصودا الكاوية	راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب فى وفرة من الصودا الكاوية لتكون ميتاألومنيات صوديوم
كاتيون الحديد II Fe^{+2}	كاشف المجموعة NH_4OH	راسب أبيض من هيدروكسيد الحديد II $Fe(OH)_2$ يتغير إلى أبيض مخضر فى الهواء يذوب فى الأحماض	راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد حديد II $Fe(OH)_2$
كاتيون الحديد III Fe^{+3}	كاشف المجموعة NH_4OH	راسب جيلاتينى بنى محمر من هيدروكسيد الحديد III $Fe(OH)_3$ يذوب فى الأحماض	راسب بنى محمر من هيدروكسيد الحديد III $Fe(OH)_3$
كاتيون الكالسيوم Ca^{+2}	كاشف المجموعة $(NH_4)_2CO_3$	راسب أبيض من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ يذوب فى حمض HCl المخفف و الماء المحتوى على CO_2	

- تجربة تأكيدية يتم إضافة حمض كبريتيك مخفف ← راسب أبيض من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$
- تجربة تأكيدية الكشف الجاف ← يتلون لهب بنزن غير المضئ بلون أحمر طوبى

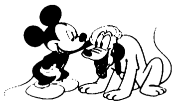
المنار فى الكيمياء للثانوية العام

Mr.Mahhmoud Ragab

ثانياً : التحليـل الكيميائى الكمى Quantitative Chemical analysis

طـرق التحليـل الكمى

(١) التحليل الحجمى .　　　　(٢) التحليل الكتلى .



أولاً : التحليــل الكمي الحجمــي : Quantitative volumetric analysis

طريقة تعتمد على قياس حجوم المواد المراد تقديرها .

- في هذا النوع من التحليل يضاف محلول مادة معلومة التركيز " محلول قياسى " إلى حجم معلوم من مادة مراد تحديد تركيزها إلى حتى يتم التفاعل الكامل بين المادتين و يسمى ذلك " عملية المعايرة " .

☒ **المعايرة :**

عملية تعيين تركيز حمض (أو قاعدة) بمعلومية حجمه اللازم للتعادل مع قاعدة (أو حمض) معلومة الحجم و التركيز .

أو يمكن تعريف المعايرة بوجه عام علي أنها :

عملية تعيين تركيز مادة بمعلومية حجمها اللازم للتفاعل الكامل مع مادة أخرى معلومة الحجم و التركيز .

☒ **المحلول القياسي : محلول معلوم التركيز يستخدم في عملية المعايرة .**

☚ **لإختيار المحلول القياسى يجب معرفة التفاعل المناسب بين محلولى المادتين و هذه التفاعلات قد تكون :**

١- **تفاعلات التعادل** : تستخدم فى تقدير الأحماض و القواعد .

٢- **تفاعلات أكسدة و إختزال** : تستخدم فى تقدير المواد المؤكسدة و المختزلة .

٣- **تفاعلات الترسيب** : تستخدم فى تقدير المواد التى يمكن أن تعطى نواتج شحيحة الذوبان فى الماء .

☒ **نقطة نهاية التفاعل (نقطة التعادل)** :

النقطة التي يتم عندها تمام تفاعل التعادل بين الحمض و القاعدة .

- يتم التعرف على نقطة **نهاية التفاعل** End Point بإستخدام **أدلة** يتغير لونها بتغير وسط التفاعل .

☒ **الأدلة** :

مواد كيميائية يتغير لونها بتغير وسط التفاعل تستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل .

تدريـــب عملـــى :

تقدير تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH مجهول التركيز بالمعايرة مع محلول قياسى معلوم التركيز 0,1 مولارى من حمض الهيدروكلوريك HCl .

الخطوات :

١- يتم نقل حجم معلوم 25ml من محلول القلوى NaOH إلى دورق مخروطى بإستخدام ماصة .

٢- يتم إضافة قطرتين من محلول دليل مناسب (محلول عباد شمس أو أزرق بروموثيمول) .

٣- تملئ السحاحة بالمحلول القياسى من حمض الهيدروكلوريك .

٤- يضاف محلول الحمض بالتدريج إلى محلول القلوى حتى يتغير لون الدليل مشيراً إلى نهاية التفاعل (نقطة **التعادل**) الذى يمكن تمثيله على النحو التالى : $HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$

فإذا كان حجم الحمض المضاف من السحاحة حتى نقطة تمام التفاعل هو 21ml فيمكن حساب تركيز محلول NaOH المجهول من العلاقة :

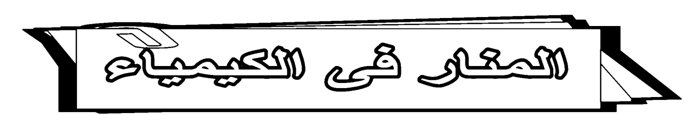
$$\frac{M_a\ V_a}{n_a} = \frac{M_b\ V_b}{n_b}$$

(لابد أن تكون معادلة التفاعل موزونة)

M_a	**تركيز الحمض (مول / لتر)**	M_b	**تركيز القاعدة (مول / لتر)**
V_a	**حجم الحمض (ملليلتر)**	V_b	**حجم القاعدة (ملليلتر)**
n_a	**عدد مولات الحمض فى معادلة التفاعل**	n_b	**عدد مولات القاعدة فى معادلة التفاعل**

الأدلة المستخدمة فى تفاعلات التعادل

الدليـل	**اللون فى الوسط** الحامضى	**اللون فى الوسط** القاعدى	**اللون فى الوسط المتعادل**	**يستخدم لمعايرة** (معلومة إضافية)
الميثيل البرتقالى	أحمر	أصفر	**برتقالى**	حمض قوى ، قاعدة ضعيفة
الفينولفيثاليـــن	عديم اللون	أحمر	**عديم اللون**	قاعدة **قوية** ، حمض ضعيف
عبـــاد الشمـــس	أحمر	أزرق	**أرجوانى**	حمض قوى ، قاعدة **قوية**
أزرق بروموثيمول	أصفر	أزرق	**أخضر فاتح**	حمض قوى ، قاعدة **قوية**



الصيغ الكيميائية للأحماض و القواعد المستخدمة في تفاعلات التعادل

هيدروكسيد البوتاسيوم	KOH	حمض هيدروكلوريك	HCl
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	حمض نيتريك	HNO_3
هيدروكسيد الكالسيوم	$Ca(OH)_2$	حمض كبريتيك	H_2SO_4

ثانياً : **التحليل الكمي الكتلي** Quantitative analysis

إحدى طرق التحليل الكمي يعتمد على فصل المكون المراد تقديره . ثم تعيين كتلته و باستخدام الحساب الكيميائي يمكن تقدير كميته .

يتم فصل هذا المكون بإحدى طريقتين : (١) طريقة التطاير . (٢) طريقة الترسيب.

أولاً : طريقة التطاير

تعتمد على أساس تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره و تجري عملية التقدير بطريقتين هما :

١- جمع المادة المتطايرة و تعيين كتلتها .

٢- تعيين مقدار النقص فى كتلة المادة الأصلية (الكتلة قبل التسخين – الكتلة بعد التسخين) .

ثانياً : طريقة الترسيب

تعتمد هذه الطريقة على ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقى شحيح الذوبان ذو تركيب كيميائى معروف و ثابت **ثم** يفصل هذا المركب عن المحلول بالترشيح على **ورقة ترشيح عديمة الرماد** **ثم** تحرق ورقة الترشيح وعليها الراسب فى بوتقة إحتراق حتى **تتطاير مكونات** ورقة الترشيح و يبقى الراسب و من كتلة الراسب يمكن تحديد كتلة العنصر أو المركب .

☒ **ورق الترشيح عديم الرماد : نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً و لا يترك رماد .**

الحمد لله اللهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و أنقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرآن ولك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و أظهرت أمننا وجمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سراً و علانية أو حيّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللهم على محمد وعلى أله وسلم

تقويم الباب الثانى : التحليل الكيميائى

أولاً : أكتب المصطلح العلمى :

١) كتلة المادة التى تحتوى على $6,02 \times 10^{23}$ جزئ منها .
٢) عدد مولات المذاب الموجودة فى لتر من المحلول .
٣) مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة فى تركيب الجزئ أو وحدة الصيغة مقدرة بالجرامات .
٤) عدد الجزيئات أو الذرات أو الأيونات الموجودة فى واحد مول من أى مادة و يساوى $6,02 \times 10^{23}$
٥) تحليل الكيميائى يتم فيه التعرف على مكونات المادة .
٦) تحليل الكيميائى يستخدم فى تقدير تركيز أو كمية كل مكون من مكونات المادة .
٧) طريقة تعتمد على فصل المكون المراد تقديره ثم تعيين كتلته بالتطاير أو بالترسيب .
٨) تعيين تركيز محلول مادة مجهولة التركيز بمعلومية حجم و تركيز محلول مادة أخرى .
٩) محلول معلوم التركيز يستخدم فى قياس تركيز محلول مجهول التركيز .
١٠) إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى مجهولة التركيز .
١١) النقطة التى ينتهى عندها تفاعل الحمض مع القاعدة .
١٢) نوع من التفاعل يستخدم فى تقدير تركيز المواد المؤكسدة و المختزلة .
١٣) نوع من التفاعل يستخدم فى تقدير تركيز الأحماض و القواعد .
١٤) نوع من التفاعل يستخدم فى تقدير تركيز المواد التى تترسب أثناء التفاعل .
١٥) دليل كيميائى لونه أحمر فى الوسط الحمضى و برتقالى فى الوسط المتعادل .
١٦) دليل كيميائى عديم اللون فى الوسط الحمض و الوسط المتعادل .
١٧) دليل كيميائى أحمر اللون فى الوسط الحمضى و أرجوانى فى الوسط المتعادل .
١٨) مواد كيميائية تتغير لونها بتغير نوع الوسط الموجودة فيه .

ثانياً : أذكر العلاقة الرياضية التى تربط كل من

١- عدد مولات الغاز و حجمه باللتر عند معدل الضغط و درجة الحرارة القياسى .
٢- الكتلة الجزيئية الجرامية لغاز و كثافته (g / litre) عند م . د . ض .
٣- تركيز المحلول (mol / litre) و كلاً من عدد المولات المذاب و حجم المحلول باللتر .
٤- حجوم وتركيزات كل من الحمض و قلوى عند تمام تعادلهما فى عملية المعايرة .

ثالثاً : علل لما يأتى

١- يصعب التعرف على الوسط الحمضى بدليل الفينولفثالين .
٢- لا يستخدم محلول قاعدى في التمييز بين دليل عباد الشمس و دليل الأزرق بروموثيمول .
٣- لا يستخدم محلول حمضى للتمييز بين عباد الشمس و ميثيل برتقالى .
٤- يستخدم ورقة ترشيح عديمة الرماد فى عمليات التحليل الكيميائى .

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم

رابعاً : أذكر أهمية الكيمياء التحليلية فى المجالات الآتية :

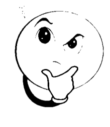
- ☒ الزراعة .
- ☒ خدمة البيئية .
- ☒ الطب .
- ☒ الصناعة .

سادساً: أذكر الشق الحمضى مع كتابة معادلات التفاعل لثلاث أملاح صلبة لفلز الصوديوم أضيف إلى كل منها على حدة حمض الهيدروكلوريك المخفف فأمكن ملاحظة ما يلى :

١) الملح **الأول** : تصاعد غاز نفاذ الرائحة يسبب **إخضرار** ورقة ترشيح مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز .

٢) الملح **الثانى** : تصاعد غاز **عديم اللون** يتحول قرب فوهة الأنبوبة إلى **غاز بنى محمر** .

٣) الملح **الثالث** : تصاعد غاز **عديم اللون** نفاذ الرائحة و تعلق مادة **صفراء** فى المحلول .



سابعاً : أذكر ما تعرفه عن

١) أنواع التفاعلات المستخدمة فى التحليل الحجمى .
٢) أنواع الأدلة المستخدمة فى التحليل الكيميائى .
٣) الطرق التى يعتمد عليها فصل المواد .

ثامناً : قارن بين

١- التحليل الكيفى و التحليل الكمى .
٢- النسبة المئوية الوزنية و المولارية .
٣- طريقة الترسيب و طريقة التطاير .

تاسعاً : أذكر أهمية كل من

١) المعايرة .
٢) ورق ترشيح عديم الرماد .
٣) الأدلة .
٤)المحلول القياسى .

عاشراً : كيف تميز عملياً بين كل من

١- دليل عباد الشمس و دليل فينول فيثالين .
٢- محلول حمضى قوى و محلول قاعدة ضعيفة .

حادى عشر : وضح بالمعادلات الرمزية المتزنة كيف تميز عملياً بين كل زوج من الأملاح الآتية :

١) كبريتيت الصوديوم – كبريتات الصوديوم .
٢) كلوريد حديد II – كلوريد حديد III .
٣) نيتريت صوديوم – نيترات صوديوم .
٤) كلوريد صوديوم – كلوريد ألومنيوم .

ثاني عشر :أذكر أسم و صيغة الشق الحامضى أو القاعدى الذى يعطى النتائج التالية عند الكشف عنه

١) محلول **الملح** + محلول هيدروكسيد الصوديوم : تكون راسب أبيض مخضر .
٢) محلول **الملح** + **محلول** كبريتات ماغنسيوم : تكون راسب أبيض بعد التسخين .
٣) محلول الملح + **محلول** نيترات الفضة : تكون راسب أصفر لا يذوب فى محلول النشادر .

ثالث عشر : أذكر إستخداماً واحداً لكل من الكواشف التالية مع التوضيح بالمعادلات الرمزية :

١) هيدروكسيد الأمونيوم . ٢) كلوريد الباريوم .
٣) نيترات الفضة . ٤) برمنجانات البوتاسيوم .

رابع عشر : تخير الإجابة الصحيحة فى الحالات التالية :

١) محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض لا يذوب فى الأحماض :
(نيترات – فوسفات – كبريتات – نيتريت)

٢) محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص II يتكون راسب **أسود** :
(كبريتات – فوسفات – نيترات – كبريتيد)

٣) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب بنى محمر :
(نحاس II – حديد III – ألومنيوم – حديد II)

٤) الملح الصلب + حمض هيروكلوريك مخفف يتصاعد غاز نفاذ الرائحة و يتكون راسب **أصفر** :
(كبريتيد – كربونات – ثيوكبريتات – كبريتيت)

خامس عشر : علل ما يأتى موضحاً إجابتك بالمعادلات الرمزية كلما أمكن ذلك :

١) يظهر راسب أبيض جيلاتينى ثم يختفى عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم بالتدريج إلى محلول كلوريد الألومنيوم .
٢) لا يصلح حمض الهيدروكلوريك المخفف للتمييز بين ملح كربونات و ملح بيكربونات الصوديوم .
٣) يزول اللون البنفسجى لمحلول برمنجانات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك عند إضافة محلول نيتريت البوتاسيوم .
٤) تسود ورقة ترشيح مبللة بمحلول أسيتات الرصاص II عند تعريضها لغاز كبريتيد الهيدروجين .
٥) تصاعد أبخرة بنفسجية عند تفاعل حمض الكبريتيك المركز مع يوديد البوتاسيوم و التسخين .

<u>سادس عشر</u> : أذكر أسم الشق القاعدى مع كتابة معادلات التفاعل لثلاثة أملاح كلوريدات عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كل منها على حدة يتكون مع :

١) **الملح الأول** : راسب أبيض جيلاتنى .

٢) **الملح الثانى** : راسب بنى محمر .

٣) **الملح الثالث** : راسب أبيض مخضر .

<u>سابع عشر</u> : أشرح كيف يمكن استخدام محلول قياسى من حمض الهيدروكلوريك فى تقدير تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم.

<u>ثامن عشر</u> : تخير من القسم (A) الإختيار المناسب عند إضافة محلول نيترات الفضة إلى محاليل بعض الأنيونات لكل شق من القسم (B) يتكون راسب :

A	B
١) أسود لا يذوب فى محلول النشادر المركز .	- الفوسفات .
٢) أبيض يذوب فى محلول النشادر المركز .	- البروميد .
٣) أبيض مصفر يذوب ببطء فى محلول النشادر المركز .	- الكلوريد .
٤) أصفر لا يذوب فى محلول النشادر .	- الكبريتيد .
٥) أصفر يذوب فى حمض النيتريك و محلول النشادر .	

مسائل التحليل الكمى

Al	Mg	Na	Si	O	N	C	Pb	Ca
27	24	23	28	16	14	12	207	40
K	**Cl**	**S**	**Fe**	**Ba**	**P**	**Ag**	**Zn**	**Cu**
39	35,5	32	55,8	137	31	108	65,4	63,5

<u>أولاً</u> : مسائل المعايرة

١) أجريت معايرة 20 ml من محلول هيدروكسيد كالسيوم بإستخدام حمض هيدروكلوريك 0,05 M وعند تمام التفاعل استهلك 25 ml من الحمض احسب تركيز هيدروكسيد الكالسيوم .

0,0312 M

٢) أوجد حجم حمض هيدروكلوريك 0,1 M اللازم لمعايرة 20 ml من محلول كربونات الصوديوم 0,2 M .

80 ml

٣) أجريت معايرة لمحلول هيدروكسيد الصوديوم 25 ml مع حمض الكبريتيك 0,1 M فكان حجم الحمض المستهلك عنـــد نقطة التكافؤ هو 8 ml احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم .

0,064 M ....

٤) أحسب حجم حمض كبريتيك 0,1 M اللازم لمعايرة 400 ml من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم 0,1 M .

200 ml ....

٥) إحسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم يلزم 25 ml منها لمعايرة 20 ml من حمض كبريتيك 0,1 M .

0,16 M ....

٦) إحسب حجم حمض هيدروكلوريك 0,1 M يلزم لمعايرة 10 ml من محلول كربونات الصوديوم 0,5 M .

100 ml ....

٧) احسب حجم حمض الهيدروكلوريك 0,1 M اللازم لمعايرة 20 ml من محلول كربونات الصوديوم 0,5 M .

200 ml ....

٨) أوجد كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة فى 25 ml و التى تستهلك عند معايرة 15 ml من حمض هيدروكلوريك 0,1 M .

0,06 g

٩) محلول حجمه 0,5 L من كربونات صوديوم أخذ منه 10 ml فتعادل مع 30 ml من حمض كبريتيك 0,1 M إحسب كتلة كربونات الصوديوم الذائبة فى المحلول .

15,9 g

١٠) إحسب كتلة هيدروكسيد الكالسيوم التى تتعادل مع 200 ml من حمض هيدروكلوريك 0,5 M .

3700 g

١١) إحسب كتلة حمض الكبريتيك التى تتعادل مع 50 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم 0,1 M .

245 g

١٢) مخلوط من مادة صلبة يحتوى على هيدروكسيد الصوديوم و كلوريد الصوديوم لزم لمعايرة 0,1 g منه حتى تمام التفاعل 10 ml من حمض هيدروكلوريك 0,1 M احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم فى المخلوط .

.... **40 %**

١٣) مخلوط من مادة صلبة يحتوى على كربونات صوديوم و كلوريد الصوديوم لزم لمعايرة 0,5 g منه حتى تمام تفاعل 40 ml من 0,2 M من حمض الهيدروكلوريك احسب النسبة المئوية لكربونات الصوديوم فى المخلوط .

.... **84,8 %**

١٤) مخلوط من مادة صلبة يحتوى على هيدروكسيد الصوديوم و كلوريد الصوديوم لزم لمعايرة 0,5 g منه حتى تمام التفاعل 10 ml من حمض هيدروكلوريك 0,2 M إحسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم فى العينة .

.... **4 5 %**

١٥) مخلوط من مادة صلبة يحتوى على هيدروكسيد كالسيوم و كلوريد كالسيوم لزم لمعايرة 1 g منه حتى تمام التفاعل 100 ml من حمض هيدروكلوريك 0,2 M إحسب النسبة المئوية لكلوريد الكالسيوم فى المخلوط .

.... **1 %**

ثانياً : مسائل التطاير

١) عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $BaCl_2.XH_2O$ كتلتها 2,6903 g سخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت 2,2923 g احسب النسبة المئوية لماء التبللر فى العينة ثم أوجد عدد جزيئات ماء التبللر و صيغته الجزيئية .

$BaCl_2.2H_2O$ - 2 mole - 14,79 %

٢) عند تسخين 2,86 g من كربونات الصوديوم المتهدرتة $Na_2CO_3.XH_2O$ تكون 1,06 g من الملح غير المتهدرت أحسب النسبة المئوية لماء التبللر فى العينة ـ عدد جزيئات ماء التبللر .

$Na_2CO_3.10H_2O$ - 62,93 %

٣) أخذت عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت $CaCl_2.XH_2O$ كتلتها 29,4 g من إحدى المجففات المعملية وسخنت عدة مرات حتى ثبات كتلتها وأصبحت 22, 2 g إحسب عدد مولات ماء التبلر فى العينة واكتب صيغته الجزيئية .

$CaCl_2.2H_2O$ - 2 mole

٤) عينة من كبريتات النحاس المائية الزرقاء $CuSO_4$ كتلتها 2,495 g سُخنت حتى تحولت الى كبريتات نحاس بيضاء وثبتت كتلتها عند 1,595 g اكتب الصيغة الجزيئية لكبريتات النحاس الزرقاء .

.... **$CuSO_4.7H_2O$**

٥) عند تسخين 14,3 g من كربونات صوديوم متهدرته تكون 5,3 g من الملح اللامائى (كربونات صوديوم غير متهدرتة) أوجد الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت .

.... **$ZnSO_4.7H_2O$**

٦) سخنت عينة من بللورات الزاج الأخضر $FeSO_4.X\ H_2O$ فكانت النتائج كالآتى : كتلة الجفنة فارغة 12,78 g و كتلة الجفنة وبها عينة البللورات 14,169 g و كتلة الجفنة بعد التسخين و ثبات الوزن 13,539 g ما صيغة بللورات الزاج الأخضر - إحسب النسبة المئوية للماء فى بللورات الزاج الأخضر

$FeSO_4.10H_2O$ - 62,93 %

٧) إذا كانت كتلة زجاجة فارغة 24,3238 g و كتلتها بها عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $BaCl_2.XH_2O$ تساوى 27,041 g و كتلتها بعد التسخين و ثبوت الكتلة 26,6161 g **احسب ما يلى :** نسبة ماء التبلر فى كلوريد الباريوم المتهدرت – عدد جزيئات ماء التبلر – الصيغة الكيميائية لكلوريد الباريوم المتهدرت .

$BaCl_2.2H_2O$ - 2,14 mole - 15,64 %

ثالثاً : مسائل الترسيب

١) أضيف محلول نيترات الفضة إلى محلول كلوريد الصوديوم فترسب كلوريد الفضة ثم تم فصل الراسب بالترشيح و التجفيف فوجد أن كتلته 2 g إحسب كتلة الكلور المستخدمة .

.... **1,785 g**

٢) أضيف محلول كلوريد صوديوم إلى محلول نيترات رصاص $Pb(NO_3)_2$ فترسب كلوريد الرصاص و تم فصل الراسب بالترشيح و التجفيف فوجد أن كتلته 2,78 g إحسب كتلة نيترات الرصاص فى المحلول .

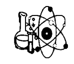
.... أجب بنفسك

٣) أذيب 4 g من عينة غير نقية من كلوريد الصوديوم فى الماء وأضيف إليه نيترات الفضة فترسب 4,628 g من كلوريد الفضة احسب النسبة المئوية للكلور فى العينة .

.... **57,2 %**

٤) أذيب 4 g من عينة غير نقية من كلوريد صوديوم فى الماء و أضيف إليه وفرة من محلول نيترات فضة فترسب 7,175 g من كلوريد الفضة إحسب النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم فى العينة .

.... أجب بنفسك



رابعاً : مسائل دليل تقويم الطالب

١) أحسب عدد مولات كلوريد الفضة AgCl المترسبة من تفاعل 5,85 g من كلوريد الصوديوم NaCl مع 17 g من نيترات الفضة $AgNO_3$. **0,1 M**

٢) أحسب حجم محلول حمض الكبريتيك 0,4 M اللازم لمعادلة 20 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم 0,2 M حتى نقطة التكافؤ . **5 ml**

٣) ✍ يستخدم كلوريد الكالسيوم اللامائي $CaCl_2$ كمادة نازعة للماء في المجففات المعملية أخذت عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت $CaCl_2.XH_2O$ كتلتها 1,47 g و أصبحت 1,11 g أحسب عدد جزيئات ماء التبلر فى العينة المتهدرتة و أستنبط صيغته الجزيئية . **$CaCl_2.2H_2O$ - 2 mole**

٤) أحسب حجم حمض هيدروكلوريك 4 M اللازم لمعادلة 60 ml من محلول هيدروكسيد صوديوم 3,2 M . **48 ml**

خامساً : مسائل مستويات عليا للتفكير

١) سخن 5,263 g من عينة غير نقية من كربونات الكالسيوم فتبقى بعد التسخين 3,063 g احسب النسبة المئوية للشوائب فى العينة .

٢) أضيف مقدار وافر من حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى 5 g من مخلوط من كربونات كالسيوم نقية و ملح الطعام فنتج 0,224 Litre من غاز ثانى أكسيد الكربون فى م.ض.د احسب النسبة المئوية لملح الطعام فى المخلوط .

٣**) أذيب 5,3 g من كربونات صوديوم فى الماء المقطر حتى أصبح حجم المحلول 0,8 L ثم أخذ 50 ml من هذا المحلول فتعادل مع 10 ml من حمض هيدروكلوريك إحسب تركيز الحمض .

٣**) عينة من كبريتات الزنك المتهدرته $ZnSO_4.XH_2O$ كتلتها 1,013 g تم إذابتها فى الماء و عند إضافة محلول $BaCl_2$ إليها كانت كتلة كبريتات الباريوم المترسب 0,8223 g فما هى صيغة كبريتات الزنك المتهدرتة .

0122 _ 5448031

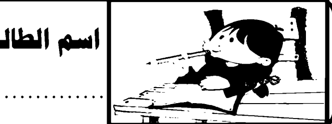
سلسلة المنار

معلم أول الكيمياء

مدرسة آل السعيد الثانوية

شبرا صورة

المشرف العام على مادة الكيمياء بموقع الثانوية العامة الجديدة

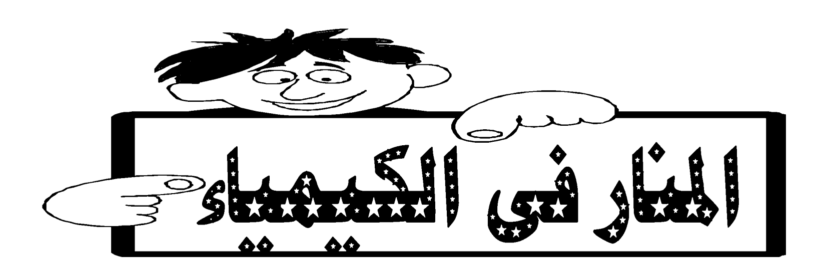


اسم الطالب /

....

الباب الثالث

الإتزان الكيميائى



يا قارئ خطى لا تبكى على موتى ... فاليوم أنا معك و غداً أنا فى التراب فإن عشت فإنى معك ...... و إن مت فللذكرى
و يا ماراً على قبرى ... لا تعجب من أمرى .... بالأمس كنت معك ... و غداً أنت معى... أمـــــــــــوت
و يبقى كل ما كتبته ذكـــــــــــــرى فياليت ... كل من قرأ كلماتى ... يدعو لــــــــى....

مقدمة

مرحباً بك عزيزى طالب الصف الثالث الثانوى و تهنئة من القلب على إجتيازك الصف الثانى الثانوى بنجاح و نتمنى لك كل التوفيق فى هذا العام الجديد .

مذكرة المنار مع أطيب أمنياتى بالنجاح و التوفيق .

أهم أسباب التفوق فى الشهادة الثانوية (إن شاء الله)

❶ التقـوى : يجـب علـى الطالـب أن يتـق الله عـزو جـل فـى أفعالـه و أقوالـه حتـى يحصـل علـى العلـم عمـلا بقولـه تعالي " و اتقوا الله و يعلمكم الله " لذلك يجب عليه تبعاً لذلك ترك المعاصى و التوبة إلى الله توبة نصوحا.

❷ المحافظة على الصلاة في أوقاتها خاصة صلاة الفجر .

❸ اللجوء لله بكثرة الدعاء له و التوكل عليه فى التوفيق فى المذاكرة و تحصيل العلم.

❹ تنظيم الوقت جيداً و عمل جدول أسبوعى للمذاكرة بحيث تكون هناك ساعات فى اليوم لمذاكرة الدروس الجديدة و عمل الواجبات و ساعات أخرى لمراجعة القديم ، كما يراعى فى التنظيم ان تراجع كل مادة على الأقل مرة واحدة فى الأسبوع.

❺ قبـل المـذاكرة اقـرأ و لـو صـفحة واحـدة مـن القـرأن الكـريم بتركيـز شـديد و تمعـن و تـدبر حتـى يكـون ذهنـك صـافياً و بعد ذلك يبدأ عقلك فى التركيز فى تحصيل العلم فقط دون تشويش من اى مؤثر خارجى .

❻ ابدأ المذاكرة بدعاء قبل المذاكرة و اختمها بدعاء بعد المذاكرة .

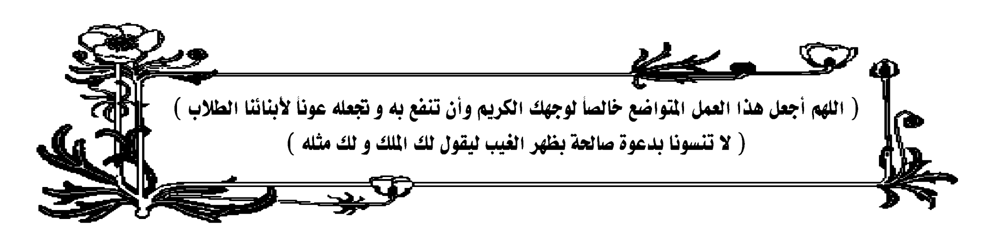
❼ اثناء المذاكرة حاول ان تستخدم عدة طرق لتثبيت المعلومات كالتالى : اقرأ الجزء الذى ستذاكره كاملاً أول مرة ثم قم بتقسيمه إلى عدة عناوين و أجزاء ثم ذاكر كل جزء على حدة بالصوت العالى مرة و بالقراءة مرة و بالكتابة مرة أخرى ثم ذاكر جميع الأجزاء معاً ثم قم بحل بعض الأسئلة على الدرس كاملاً .

🕮 دعاء قبل المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إنى أسألك فهم النبيين و حفظ المرسلين و إلهام الملائكة المقربين ، اللهم اجعل ألسنتنا عامرة بذكرك و قلوبنا بخشيتك و أسرارنا بطاعتك إنك على كل شئ قدير و حسبنا الله و نعم الوكيل " ❁

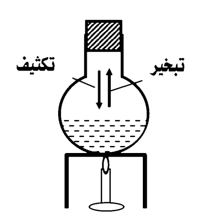
🕮 دعاء بعد المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إني أستودعك ما قرأت وما حفظت فرده علي عند حاجتي إليه يا رب العالمين " ❁



<u>النظام المتزن</u>: هو نظام ساكن على المستوى المرئى و نظام ديناميكى (متحرك) على المستوى غير المرئى .

☒ <u>تجربة لتوضيح مفهوم الإتزان</u> :



⇦ نضع كمية من الماء فى إناء مغلق على موقد فيحدث عمليتين متعاكستين " التبخير ، التكثيف " فى **بدايـــة التسخيـــن** تكون العملية السائدة فى هذا النظام هى عملية التبخير يصحبها عملية مضادة هى عملية التكثيف لكن **بدرجة أقل** (الهواء المحبوس داخل الإناء يحتوى نسبة من بخار الماء له ضغط يسمى الضغط البخارى) .

<u>الضغط البخاري</u> : هو ضغط بخار الماء الموجود فى الهواء عند درجة حرارة معينة .

⇦ بزيادة التسخين يزداد بخار الماء تدريجياً و يصحبه زيادة الضغط البخارى .

⇦ عندما **يتشبع** الهواء داخل الدورق بالبخار يسمى ضغط البخار عند ذلك بضغط بخار الماء **المشبع** و تتساوى سرعة التبخير و سرعة التكثيف و يقال أن النظام وصل إلى حالة الإتزان (**إتزان فيزيائى**)

<u>ضغط بخار الماء المشبع</u> : هو أقصى ضغط لبخار الماء يمكن أن يوجد فى الهواء عند درجة حرارة معينة .

ماء (سائل) ⇌ ماء (بخار) (تبخير / تكثف)

<u>تقسم التفاعلات الكيميائية إلى نوعين</u> : تفاعلات تامة (غير إنعكاسية) - تفاعلات إنعكاسية .

<u>أولاً : التفاعلات التامة (غير الإنعكاسية)</u>

هى تفاعلات تسير فى إتجاه واحد <u>فقط</u> بحيث <u>لا تستطيع</u> المواد الناتجة أن تتحد مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة مرة أخرى لخروج أحد النواتج من حيز التفاعل على هيئة غاز أو راسب .

<u>تعريف أخر</u> : تفاعلات تسير فى اتجاه واحد لخروج أحد النواتج من حيز التفاعل على هيئة راسب أو غاز

<u>مثال ١</u> :

إضافة محلول كلوريد الصوديوم إلى محلول نترات الفضة حيث يتكون <u>راسب</u> أبيض من كلوريد الفضة

$$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + AgCl\downarrow$$

<u>مثال ٢</u> :

وضع شريط من الماغنسيوم فى محلول حمض الهيدروكلوريك يتصاعد <u>غاز</u> الهيدروجين :

$$Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2\uparrow$$

ثانيــاً : التفاعــلات الإنعكاســيــة (غيــر التامــة)

هى تفاعلات تسير فى كلا الإتجاهين الطردى و العكسى حيث تستطيع النواتج أن تتحد مع بعضها لتكوين المتفاعلات مرة أخرى نظراً لوجود كلاً من المتفاعلات و النواتج معاً فى حيز التفاعل .

مثال :

إضافة حمض الخليك إلى الكحول الإيثيلى ليتكون إستر خلات الإيثيل و الماء :

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \underset{\text{العكسى}}{\overset{\text{الطردى}}{\rightleftharpoons}} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

حمض أسيتيك　　كحول إيثيلى　　إستر خلات الإيثيل　　ماء

⇦ **علل : عند وضع ورقة عباد شمس زرقاء فى محلول تفاعل الأسترة نجد أنها تتحول إلى اللون الأحمر**

لوجود حمض الخليك نظراً لأن التفاعل السابق تفاعل إنعكاسى (المتفاعلات و النواتج موجودة بإستمرار فى حيز التفاعل) .

- عند تساوى سرعة التفاعل فى الإتجاه الطردى مع سرعة التفاعل فى الإتجاه العكسى (فى **التفاعلات الإنعكاسية فقط**) تنشأ حالة من الإتزان تسمى **إتزان كيميائى** .

- عند حدوث **الإتزان لا يتوقف** التفاعل و لكن يظل التفاعل مستمراً فى الإتجاهين الطردى و العكسى .

⇦ **علل الإتزان الكيميائى عملية ديناميكية و ليست ساكنة .**

لأنه بالرغم من **تساوى** معدل التفاعل الطردى مع العكسى و **ثبات** تركيزات المتفاعلات و النواتج **إلا أن** التفاعل **يظل** مستمراً فى كلاً الإتجاهين الطردى **و العكسى .**

الإتــزان الكيميــائى : **نظام ديناميكى يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردى مع معدل التفاعل العكسى بحيث تثبت تركيزات المتفاعلات و النواتج . (و يظل الإتزان قائماً طالما كانت جميع المواد المتفاعلة و الناتجة موجودة فى حيز التفاعل لم يتصاعد غاز أو يتكون راسب و ما دامت ظروف التفاعل مثل درجة الحرارة و الضغط ثابتة) .**

معدل التفاعل الكيميائى

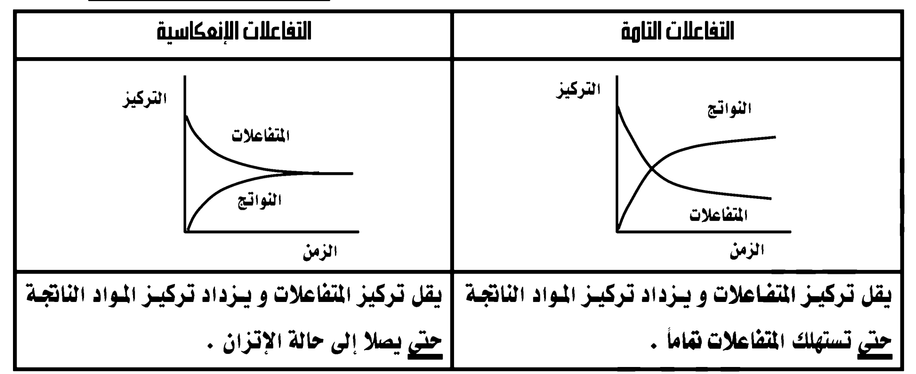
هو التغير فى تركيز المواد المتفاعلة فى وحدة الزمن .

ملحوظة : وحدة قياس التركيز (مول / لتر) أو (مولار) ، وحدة قياس الزمن (الثانية) أو (الدقيقة) .

أنواع التفاعلات الكيميائية حسب معدل (سرعة) التفاعل

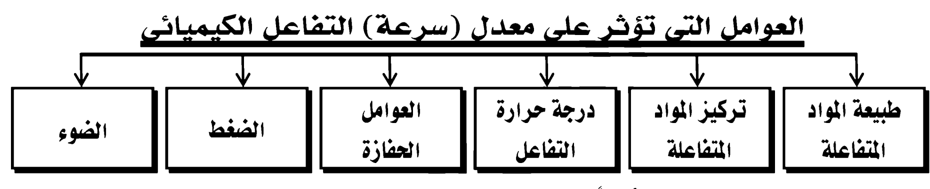
- **تفاعلات لحظية :** تحدث فى وقت قصير جداً **مثل** تفاعل نترات الفضة مع كلوريد الصوديوم .
- **تفاعلات بطيئة نسبياً :** مثل تفاعل الزيوت مع الصودا الكاوية لتكوين الصابون و الجلسرين .
- **تفاعلات بطيئة جداً :** تحدث فى شهور **مثل** تفاعل تكوين صدأ الحديد .

س : قارن بين معدل (سرعة) تفاعل تام و معدل تفاعل إنعكاسى موضحاً ذلك بالرسم البياني .



التفاعلات التامة	التفاعلات الإنعكاسية
يقل تركيز المتفاعلات و يزداد تركيز المواد الناتجة حتي تستهلك المتفاعلات تماماً .	يقل تركيز المتفاعلات و يزداد تركيز المواد الناتجة حتي يصلا إلى حالة الإتزان .

العوامل التي تؤثر علي معدل (سرعة) التفاعل الكيميائي



أولاً : طبيعة المواد المتفاعلة

١) نوع الترابط في المواد المتفاعلة :

- إذا كانت **المتفاعلات أيونية** يحدث التفاعل بصورة **لحظية** سريعة لأن التفاعل يتم بين الأيونات **مثل** تفاعل **الترسيب** .
- إذا كانت **المتفاعلات تساهمية** يحدث التفاعل **ببطء** لأن التفاعل يتم بين **الجزيئات** **مثل** تفاعلات المركبات **العضوية** .

٢) مساحة السطح المعرض للتفاعل :

تزداد سرعة التفاعل بزيادة مساحة السطح المعرض للتفاعل .

☒ **تجربة لتوضيح تأثير مساحة السطح علي معدل التفاعل :**

نضع حجمين متساويين من حمض الهيدروكلوريك المخفف على كتلتين متساويتين من الخارصين إحداهما على هيئة مسحوق و الأخرى عبارة عن كتلة واحدة كل على حدة فى أنبوبة اختبار نجد أن تفاعل المسحوق **ينتهى فى وقت أقل** من تفاعل الكتلة الواحدة (**أى أنه كلما زادت مساحة السطح المعرض للتفاعل " درجة التجزئة " تزداد سرعة التفاعل**).

ثانياً : تركيز المواد المتفاعلة

١- **يزداد** معدل التفاعل بزيادة **عدد جزيئات المتفاعلات** " **التركيز** " لزيادة فرص **التصادم** بين الجزيئات

٢- استطاع العالمان النرويجيان **جولد برج** و **فاج** إيجاد قانون **يوضح العلاقة بين** سرعة التفاعل الكيميائى و تركيز المواد المتفاعلة و هو **قانون فعل الكتلة** .

<u>قانون فعل الكتلة</u> : عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل تناسباً طردياً مع حاصل ضرب التركيزات الجزيئية للمواد المتفاعلة (كُل مرفوع لأس يساوى عدد مولات الجزيئات أو الأيونات فى معادلة التفاعل الموزونة)

☒ **<u>تجربة لتوضيح تأثير التركيز على معدل التفاعل</u> :**

عند إضافة محلول كلوريد الحديد (III) (لونه **أصفر**) تدريجياً إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم (**عديم اللون**) تدريجياً يتلون خليط التفاعل بلون **أحمر دموى** .

$$FeCl_3 \quad + \quad 3NH_4SCN \rightleftharpoons Fe(SCN)_3 \quad + \quad 3NH_4Cl$$

كلوريد حديد (III)	**ثيوسيانات أمونيوم**	**ثيوسيانات حديد (III)**	**كلوريد أمونيوم**
(أصفر باهت)	**(عديم اللون)**	**(أحمر دموى)**	**(عديم اللون)**

<u>تأثير التركيز على معدل التفاعل السابق</u> :

<u>أولاً</u> : إضافة **المزيد** من كلوريد الحديد III تؤدى إلى **زيادة اللون** الأحمر لتكون **المزيد** من ثيوسيانات الحديد III .

☒**<u>التفسير</u>** : عند **<u>زيادة</u>** تركيز أحد **<u>المواد المتفاعلة</u>** فإن التفاعل ينشط فى الإتجاه الذى **<u>يقلل</u>** من فعل هذا المؤثر(إتجاه تكوين النواتج = الإتجاه **الطردى**) .

<u>ثانياً</u> : إضافة **المزيد** من كلوريد الأمونيوم **تؤدى** إلى **تقليل** اللون الأحمر مما يدل **على نقص** تركيز ثيوسيانات الحديد III و أن التفاعل يسير فى الإتجاه **العكسى** .

☒**<u>التفسير</u>** : عند **<u>زيادة</u>** تركيز أحد **<u>المواد الناتجة</u>** فإن التفاعل يسير فى الإتجاه الذى **<u>يقلل</u>** من **فعل هذا** المؤثر (إتجاه تكوين المتفاعلات = الإتجاه **العكسى**) .

التوضيح الرياضى لقانون فعل الكتلة و إستنتاج قيمة ثابت الإتزان

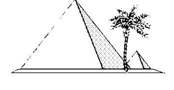
فى التفاعل الإنعكاسى التالى :

$$FeCl_3 \quad + \quad 3NH_4SCN \rightleftharpoons Fe(SCN)_3 \quad + \quad 3NH_4Cl$$

$r_1 \ \alpha \ [FeCl_3]\ [NH_4SCN]^3 \quad \Rightarrow \quad \therefore\ r_1 = k_1\ [FeCl_3]\ [NH_4SCN]^3$

$r_2 \ \alpha \ [Fe(SCN)_3]\ [NH_4Cl]^3 \quad \Rightarrow \quad \therefore\ r_2 = k_2\ [Fe(SCN)_3]\ [NH_4Cl]^3$

ملحوظـة : الأقواس المستطيلة [ ] تدل على التركيزات بوحدة (مول / لتر) .



k_1 : ثابت معدل التفاعل الطردى ، k_2 ثابت معدل التفاعل العكسى .

وعند الإتزان : معدل التفاعل الطردى(r_1) = معدل التفاعل العكسى (r_2)

$$r_1 = r_2$$

$$k_1 [FeCl_3] [NH_4SCN]^3 = k_2 [Fe(SCN)_3] [NH_4Cl]^3$$

$$K_C = \frac{k_1}{K_2} = \frac{[Fe(SCN)_3] [NH_4Cl]^3}{[FeCl_3] [NH_4SCN]^3} = \frac{\text{حاصل ضرب تركيزات النواتج}}{\text{حاصل ضرب تركيزات المتفاعلات}}$$

خارج قسمة $\frac{k_1}{k_2}$ مقدار ثابت يرمز له بالرمز k_c و يعرف بثابت الإتزان لهذا التفاعل

ثابت الإتزان k_c :

هو النسبة بين ثابت معدل التفاعل الطردى k_1 إلى ثابت معدل التفاعل العكسى k_2 .

أو : **هو خارج قسمة حاصل ضرب التركيزات الجزيئية للنواتج إلى حاصل ضرب التركيزات الجزيئية للمتفاعلات .**

ملاحظـــات هامـــة جـداً

❖ **أولاً** : **إذا كانت قيمة ثابت الإتزان (k_c) أكبر من 1 فهذا يعنى أن** :

تركيزات النواتج أكبر من تركيزات المتفاعلات و أن التفاعل فى الإتجاه الطردى هو السائد (يستمر إلى قرب نهايته) .

مثـــال : تفاعل الكلور مع الهيدروجين $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \underset{\text{العكسى}}{\overset{\text{الطردى}}{\rightleftharpoons}} 2HCl_{(g)}$, $K_C = 4,4 \times 10^{32}$

القيمة الكبيرة لثابت الإتزان k_c تعنى أن التفاعل يسير قرب نهايته ناحية تكوين كلوريد الهيدروجين و أن التفاعل الطردى هو السائد .

❖ **ثانياً** : **إذا كانت قيمة ثابت الإتزان (k_c) أقل من 1 فهذا يعنى أن** :

حاصل ضرب تركيزات النواتج أقل من حاصل ضرب تركيزات المتفاعلات و أن التفاعل فى الإتجاه العكسى هو السائد .

مثـــال : ذوبانية كلوريد الفضة فى الماء : $AgCl_{(s)} \underset{\text{العكسى}}{\overset{\text{الطردى}}{\rightleftharpoons}} Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$, $K_C = 1,7 \times 10^{-10}$

القيمة الصغيرة لثابت الإتزان k_c تعنى أن كلوريد الفضة شحيح الذوبان في الماء و أن التفاعل العكسى هو السائد .

❖ **ثالثاً** : **لا يكتب تركيز المواد الصلبة أو الرواسب أو الماء النقى كمذيب فى معادلة حساب ثابت الإتزان لأن تركيزاتها ثابتة مهما إختلفت كميتها فقيمتها لا تتغير بدرجة ملموسة .**

❖ **رابعاً** : **لا تتغير القيمة العددية لثابت الإتزان بتغير تركيزات المواد المتفاعلة أو الناتجة عند نفس درجة الحرارة .**

أمثلة على ثابت الإتزان

مثال : أكتب قانون ثابت الإتزان للتفاعل الإنعكاسى التالى : $CuO_{(S)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons Cu_{(s)} + H_2O_{(g)}$

الحـــل :

....

مثال : احسب ثابت الإتزان للتفاعل التـالى : $I_2 + H_2 \rightleftharpoons 2HI$ علماً بأن تركيزات اليود و الهيدروجين و يوديد الهيدروجين **عند الإتزان** على الترتيب (0,221 M ، 0,221 M ، 1,563 M)

الحـــل :

$$k_c = \frac{[HI]^2}{[H_2]\,[I_2]} = \frac{(1,563)^2}{0.221 \times 0.221} = 50$$

مثال : فى التفاعل التـالى $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ احسب قيمة ثابت الإتزان علماً بأن التركيزات عند الإتزان هى NO_2 يساوى 0,032 M و N_2O_4 يساوى 0,213 M .

الحـــل :

....

مثال : احسب ثابت الإتزان لتفكك خامس كلوريد الفوسفور تبعا للمعادلة : $PCl_{5\ (g)} \rightleftharpoons PCl_{3\ (g)} + Cl_{2\ (g)}$ عند 25˚c علماً بأن سعة وعاء التسخين 6 litre و **يحتوى عند الإتزان** على 0,012 ، 0,32 ، 0,32 مول من كل من, PCl_5 PCl_3 , Cl_2 على الترتيب .

الحـــل :

....

مثال : فى التفاعل المتزن التالى : $K_c = 100$, $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ إذا علمت أن تركيزات كلاً من النيتروجين و الهيدروجين **عند الإتزان** على الترتيب هى 0,01 M ، 0,1 M أحسب تركيز النشادر عند الإتزان .

الحـــل :

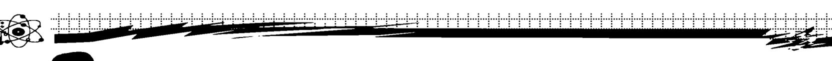
....

مثال : فى التفاعل $K_c = 55$, $H_2\,(g) + I_{2\ (g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ إذا كانت تركيزات H_2 , I_2 , HI على الترتيب 1×10^{-3} M ، $1,5 \times 10^{-3}$ M ، 5×10^{-3} M هل التفاعل فى حالة إتزان أم لا ؟ علل .

الحـــل :

....

مثال ** : فى إحدى التجارب العملية أدخل 0,625 mol من غاز N_2O_4 فى وعاء سعته 5 L و سمح له بالتفكك حتى وصل إلى حالة إتزان مع NO_2 عند درجة حرارة معينة كما توضح المعادلة $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ فكان تركيز N_2O_4 **عند الإتزان** يساوى 0,075 M احسب قيمة ثابت الإتزان K_c لهذا التفاعل .



التقويم الأول

السؤال الأول : اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس فيما يلى :

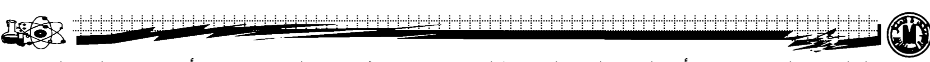
١- إضافة محلول كلوريد الحديد III الأصفر الباهت إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم عديم اللون :
(يزداد اللون الأحمر - يزداد اللون الأصفر - ينعدم لون المحلول - يتوقف التفاعل)
٢- إضافة محلول ثيوسيانات الحديد III إلى محلول كلوريد الأمونيوم :
(يزداد اللون الأحمر - يقل اللون الأ حمر - ينعدم لون المحلول - لا يحدث تفاعل)
٣- فى هذا التفاعل : $AgCl_{(s)}$ ===== $Ag_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$, $K_c = 1,7 \times 10^{-7}$ التفاعل السائد هو التفاعل : (الطردى - العكسى - الطردى و العكسى بنفس الدرجة - لا يحدث تفاعل)
٤- العلاقة بين سرعة التفاعل الكيميائى و تركيز المواد المتفاعلة توصل إليها :
(هايزنبرج - لوشاتيليه - فاج و جولدبرج - شرودنجر)
٥- جميع العوامل الآتية تؤثر على النظام فى حالة الإتزان **ماعدا** :
(التركيز - درجة الحرارة - العوامل الحفازة - الضغط)

السؤال الثاني : أكتب المصطلح العلمى الذى يدل على العبارات التالية :

١- مقدار التغير فى تركيز المواد المتفاعلة فى وحدة الزمن .
٢- عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل الكيميائى تناسباً طردياً مع حاصل ضرب التركيزات الجزيئية لمواد التفاعل .
٣- ضغط بخار الماء الموجود فى حيز معين من الهواء عند درجة حرارة معينة .
٤- التفاعلات التى تسير فى إتجاه واحد لخروج أحد النواتج من حيز التفاعل .
٥- أقصى ضغط لبخار الماء يمكن أن يوجد فى الهواء عند درجة حرارة معينة .
٦- نظام ساكن على المستوى المرئى و ديناميكى على المستوى غير المرئى .
٧- خارج قسمة ثابت معدل التفاعل الطردى على ثابت معدل التفاعل العكسى .
٨- التفاعلات التى تسير فى كلا الإتجاهين و تكون المواد المتفاعلة و الناتجة من التفاعل موجودة بإستمرار فى حيز التفاعل .
٩- نظام ساكن على المستوى المرئى و ديناميكى على المستوى غير المرئى .
١٠- التفاعلات التى تنتهى فى وقت قصير جداً بمجرد خلط المواد المتفاعلة .
١١- إتزان يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردى مع معدل التفاعل العكسى فى التفاعلات الإنعكاسية .

السؤال الثالث : علل لما ياتى :

١- تفاعل كلوريد الصوديوم مع نترات الفضة تفاعل تام .
٢- تفاعل الماغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك تفاعل تام غير إنعكاسى .
٣- تفاعل حمض الخليك مع الإيثانول تفاعل إنعكاسى .
٤- تفاعل كلوريد الصوديوم مع نترات الفضة سريع بينما تفاعل الصودا الكاوية مع الزيت تفاعل بطئ .



٥- محلول تفاعل حمض الأستيك و الكحول الإيثيلى يحمر ورقة عباد الشمس رغم أن نواتج التفاعل متعادلة التأثير .

٦- تفاعل مسحوق الخارصين مع الأحماض أسرع من تفاعل قطعة من الخارصين .

٧- صدأ برادة الحديد أسرع من صدأ قطعة من الحديد .

٨- تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز المتفاعلات .

٩- لا يكتب تركيز الماء أو المواد الصلبة أو الرواسب فى معادلة حساب ثابت الإتزان .

١٠- **صعوبة** ذوبان كلوريد الفضة فى الماء تبعاً للمعادلة :

$$AgCl_{(s)} = Ag_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \quad , \quad K_c = 1,7 \times 10^{-7}$$

١١- **صعوبة إنحلال** كلوريد الهيدروجين إلى عنصريه تبعاً للمعادلة :

$$Cl_2 + H_2 = 2HCl \quad , \quad K_c = 4,4 \times 10^{32}$$

١٢- عملية الإتزان **عملية ديناميكية** و ليست ساكنة .

١٣- يعتبر التحلل الحرارى **لنيترات** النحاس **II** تفاعل تام .

١٤- المركبات العضوية بطيئة **فى تفاعلاتها** الكيميائية بينما المركبات الأيونية سريعة فى تفاعلاتها .

<u>السؤال الرابع</u> : مسائل على ثابت الإتزان

١- إحسب ثابت الإتزان K_c للتفاعل الآتى : $C_{(s)} + CO_{2(g)} ===== 2CO_{(g)}$ علماً بأن تركيز كلاً من ثانى أكسيد الكربون و أول أكسيد الكربون على الترتيب هى : 0,01 M و 0,1 M .

٢- إذا كان ثابت الإتزان للتفاعل الآتى 15,75 PCl_5 ======== $Cl_2 + PCl_3$ و كانت تركيزات الكلور و ثالث كلوريد الفوسفور على الترتيب هى : 0,3 M ، **0,84 M** إحسب تركيز خامس كلوريد الفوسفور .

٣-إحسب ثابت الإتزان للتفاعل : $2SO_2 + O_2$ ======= $2SO_3$ إذا **كانت التركيزات** عند الإتزان لكل من $0,18\ M = SO_3$ ، $0,02\ M = SO_2$ ، $0,01\ M = O_2$

٤- أدخلت كمية من غاز النيتروجين و غاز الهيدروجين فى وعاء حجمه 5 لتر و **تم التفاعل** بينهما طبقاً للمعادلة : $N_2 + 3H_2$ ======= $2NH_3$ فإذا كانت عدد مولات النيتروجين و الهيدروجين **و النشادر عند الإتزان** تساوى 13,5 مول ، 1,25 مول ، 0,25 مول إحسب قيمة ثابت الإتزان .

٥- إذا كان ثابت الإتزان K_P يساوى 7,13 لهذا التفاعل : $N_2O_{4(g)}$ ====== $2NO_{2(g)}$ و عند الإتزان كان الضغط الجزئى لغاز NO_2 فى الوعاء يساوى 0,15 atm إحسب الضغط الجزئى لغاز N_2O_4 فى الخليط .

٦- إحسب ثابت الإتزان للتفاعل : $I_2 + H_2 \rightleftharpoons 2HI$ إذا علمت أن تركيزات اليود و الهيدروجين و يوديد الهيدروجين عند الإتزان هى على الترتيب : 0,1105 M ، 0,1105 M ، 0,7815 M .

٧- إحسب ثابت الإتزان K_P للتفاعل : $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ إذا كانت الضغوط هى على الترتيب 2 atm ، 1 atm ، 0,2 atm ضغط جو للغازات : N_2 , NO_2 , O_2 .

أسئلة متنوعة

- **أذكر نوع التفاعلات الكيميائية الآتية مع التعليل:**

1) $AgNO_{3(aq)} + BaCl_{2(aq)} = 2AgCl_{(s)} + Ba(NO_3)_{2(aq)}$

2) $NaOH_{(aq)} + HCl_{(aq)} = NaCl_{(aq)} + H_2O_{(aq)}$

3) $2Cu(NO_3)_{2(s)} = 2CuO_{(s)} + 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$

4) $CO_{2(g)} + H_{2(g)} = CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$ (فى إناء مغلق)

5) $Na_2CO_{3(aq)} + CaSO_{4(aq)} = CaCO_{3(aq)} + Na_2SO_{4(aq)}$

- **وضح بالتجارب العملية كل مما يأتى :**

١- تأثير التركيز على معدل التفاعل متزن . (إضافة محلول كلوريد الحديد III إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم)

٢- تأثير زيادة سطح المواد المتفاعلة على معدل التفاعل الكيميائى .

- **أكمل ما يأتى :**

عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل الكيميائى تناسباً .... مع ....

- **ماذا يقصد بكل من :**

التفاعلات التامة - قانون فعل الكتلة - النظام المتزن - معدل التفاعل الكيميائى - ضغط بخار الماء المشبع .

ثالثاً : تأثير درجة الحرارة

✱ يمكن تفسير تأثير الحرارة على سرعة التفاعل الكيميائى فى ضوء نظرية التصادم (الجزيئات المتصادمة ذات السرعات العالية جداً فقط هى التى تتفاعل " علل " لأن طاقة حركتها العالية تمكنها من كسر الروابط بين الجزيئات عند التصادم) .

✱تزداد سرعة بعض التفاعلات الكيميائية إلى الضعف تقريباً إذا ارتفعت درجة الحرارة بمقدار 10^0c .

✱ رفع درجة الحرارة يزيد من نسبة الجزيئات المنشطة فيزداد معدل التفاعل الكيميائى .

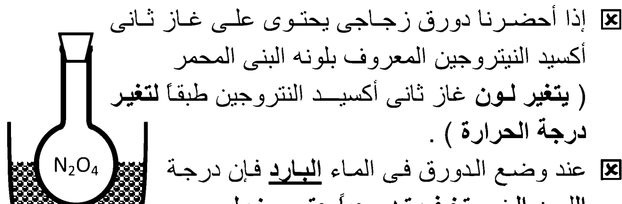
طاقة التنشيط : الحد الأدنى من الطاقة التى يجب أن يمتلكها الجزئ لكى يتفاعل عند التصادم .

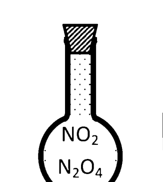
الجزيئات المنشطة : جزيئات طاقة حركتها تساوى طاقة التنشيط أو تفوقها.

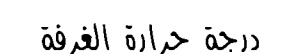
⇦ **علل : يزداد معدل بعض التفاعلات الكيميائية بزيادة درجة الحرارة .**

لأن زيادة درجة الحرارة تؤدى إلى زيادة عدد الجزيئات المنشطة و بالتالى يزيد معدل التفاعل الكيميائى .

تجربة لتوضيح تأثير درجة الحرارة علي سرعة تفاعل متزن :







- إذا أحضرنا دورق زجاجي يحتوى على غاز ثانى أكسيد النيتروجين المعروف بلونه البنى المحمر (**يتغير لون** غاز ثانى أكسيد النتروجين طبقاً **لتغير درجة الحرارة**) .
- عند وضع الدورق فى الماء **البارد** فإن درجة **اللون البنى تخف تدريجياً حتى يزول** بسبب تحول ثانى أكسيد النيتروجين NO_2 إلى N_2O_4 **عديم اللون** .
- إذا **أخرج** الدورق من الماء البارد و وضع فى **درجة حرارة الغرفة** فإن اللون البنى يبدأ فى الظهور مرة أخرى .
- إذا **وضع** الدورق فى الماء **الساخن** تزداد درجة اللون البنى **بسبب** تحول N_2O_4 إلى NO_2 .

$$2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4 + Heat \quad (H = -ve)$$

بنى محمر **عديم اللون**

نستنتج من التجربة السابقة أن امتصاص (سحب) الحرارة من تفاعل متزن طارد للحرارة يؤدى إلى سير التفاعل في الإتجاه الطردي .

و عموماً في التفاعلات الطاردة للحرارة :

رفع درجة الحرارة تجعل التفاعل يسير فى الإتجاه **العكسى** و **تقل** قيمة ثابت الإتزان K_c و العكس عند **التبريد** .

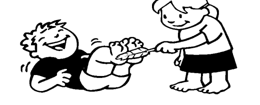
و عموماً في التفاعلات الماصة للحرارة :

يسير التفاعل فى الإتجاه **الطردي** عند **التسخين** و **تزداد** قيمة ثابت الإتزان K_c و **العكس عند التبريد** .

طرق كتابة معادلات التفاعلات الطاردة للحرارة و الماصة للحرارة

التفاعل الطارد للحرارة	التفاعل الماص للحرارة
X + Y = XY + heat (Energy)(رقم)	X + Y + heat (Energy)(رقم) = XY
X + Y - heat = XY	X + Y = XY - heat
X + Y = XY , H = (-)	X + Y = XY , H = (+)

ملحوظة :



- **في التفاعلات الماصة للحرارة تتناسب قيم K_c طردياً مع درجة الحرارة .**
- **في التفاعلات الطاردة للحرارة تتناسب قيم K_c عكسياً مع درجة الحرارة .**

مثال : التفاعل المتزن التالى $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ له قيمتان لثابت الإتزان K_c عند درجتى حرارة مختلفتين فعند درجة حرارة $850^\circ c$ تساوى 67 و عند درجة $448^\circ c$ تساوى 50 هل التفاعل ماص أم طارد للحرارة ؟ **علل ذلك** .

الحــل :

رابعــاً : تأثيــر الضغــط

- يؤثر **الضغط** على التفاعلات **الغازية** المتزنة التى يصاحبها تغير فى الحجم **فقط** .
- عند **زيادة الضغط** على تفاعل غازى متزن فإن التفاعل ينشط فى الإتجاه الذى **يقل** فيه الحجم " عدد **الجزيئات** " .
- تستخدم **المولاريــة للتعبير** عن **تركيز** المواد فى المحاليل و يتم ذلك بوضع المادة بين قوسيــن مربعيــن [ ] .
- يستخدم **الضغط الجزئى** للتعبير عن تركيز المواد إذا كانت المواد الداخلة فى التفاعل **أو** الناتجة منه فى حالــة غازيــة و يرمــز للضــغط الجزئــى **للغــاز** بــالرمز $(P_{......})^x$ حيث X عدد **مولات** الجزيئات فى المعادلة **المتزنة** .

مثال :

يحضر النشادر فى الصناعة طبقا للتفاعل التالى : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 \quad , \quad H = -92\ k.j$

ما تأثير الضغط على التفاعل المتزن السابق .

الحــل :

نلاحظ أن **4** جزيئات تتفاعل لتكوين **2** جزئ و لذا :

١- عند **زيادة** الضغط ينشط التفاعل فى الإتجاه الذى **يقل** فيه الحجم (عدد **المولات**) أى فى الإتجاه **الطردى** .

٢- عند **تقليل** الضغط ينشط التفاعل فى الإتجاه الذى **يزداد** فيه الحجم (عدد المولات) **أى فى** الإتجاه **العكسى** .

ملحوظة هامــة :

يعبر عن ثابت الإتزان للتفاعل السابق بالرمز K_p للدلالة على تركيز المواد معبراً عنها **بالضغط الجزئى**

$$K_p = \frac{(P\ NH_3)^2}{(P\ N_2) \times (P\ H_2)^3}$$

- كما يمكن التعبير عن ثابت الإتزان أيضا بالرمز K_c للدلالة على تركيز المواد معبراً عنها **بالمولارية** كما يلى :

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]\,[H_2]^3}$$

كما هو الحال فى K_c فإن قيمة K_p للتفاعل لاتتغير بتغير الضغوط الجزئية للغازات المتفاعلة أو الناتجة عند نفس درجة الحرارة .

أمثلة على ثابت الإتزان

مثال :

احسب ثابت الاتزان K_p للتفاعل الآتى : $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ إذا كان ضغط غاز N_2 = 2 atm و لغاز O_2 = 0,2 atm و لغاز NO_2 = 1 atm .

الحــل :

....

مثال :

إذا علمت **أن** ثابت الإتزان K_p للتفاعل الآتى : $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ إذا كانت K_p = 25 عند درجة 448° c احسب الضغط الجزئى لغاز PCl_3 علماً بأن الضغط الجزئى لكل من PCl_5 ، Cl_2 على الترتيب يساوى 0,044 atm ، 6,8 atm .

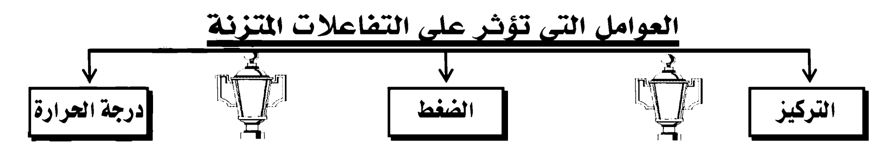
الحــل :

مثال :

إذا علمت أن ثابت الإتزان K_p للتفاعل $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ يساوى 35 عند درجة 448° c احسب ثابت الاتزان K_p للتفاعل **الآتى** $2NH_{3(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ عند نفس درجة الحرارة .

الحــل :

العوامل التى تؤثر على التفاعلات المتزنة



من **جملة المشاهدات** السابقة أستطاع العالم الفرنسى **لوشاتيليه** Le Chatelier وضع **قاعدة تصف** تأثير العوامل المختلفة من تركيز و حرارة و ضغط على الأنظمة **المتزنة** و **تنص القاعدة على** :

قاعدة لوشاتيليه

إذا حدث تغير فى أحد العوامل المؤثرة على نظام فى حالة اتزان (مثل الضغط و التركيز و درجة الحرارة) فإن النظام ينشط فى الإتجاه الذى يقلل أو يلغى تأثير هذا التغير .

اللّهم من اعتز بك فلن يُذل ، و من اهتدى بك فلن يُضل ، و من استكثر بك فلن يُقل ، و من استقوى بك فلن يُضعف ، و من استغنى بك فلن يُفتقر ، و من استنصر بك فلن يُغلب ، و من توكل عليك فلن يُخيب ، و من جعلك ملاذاً فلن يُضيع ، و من اعتصم بك فقد هُدى إلى صراط مستقيم ، اللّهم فكن لنا ولياً و نصيرا ، و كن لنا مُعيناً و مجيرا ، إنك كنت بنا بصيرا ....

أولاً : تأثير التغير في التركيز على الإتزان

١- عند زيادة تركيز أحد **المتفاعلات** فإن التفاعل ينشط فى إتجاه **النواتج** " الإتجاه **الطردى** " .

مثال : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$, $\Delta H = -92$ KJ

إضافة المزيد من النيتروجين N_2 أو الهيدروجين H_2 يجعل التفاعل يسير فى الإتجاه الطردى أى تزداد كمية النشادر

٢- عند زيادة تركيز أحد **النواتج** فإن التفاعل ينشط فى إتجاه **المتفاعلات** " الإتجاه **العكسى** " .

من المثال السابق نجد أن :

إضافة المزيد من النشادر NH_3 يجعل التفاعل يسير فى الإتجاه العكسى أى تزداد كمية النيتروجين N_2 و الهيدروجين H_2 المتكونة .

ثانياً : تأثير التغير في درجة الحرارة على الإتزان

١- فى حالة التفاعلات الطاردة للحرارة :

- **رفع** درجة الحرارة يجعل التفاعل يسير فى الإتجاه **العكسى** .
- **خفض** درجة الحرارة يجعل التفاعل يسير فى الإتجاه **الطردى** .

مثال : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$, $\Delta H = -92$ KJ

التسخين يقلل من كمية النشادر المتكونة بينما التبريد يزيد من كمية النشادر المتكونة .

٢- فى حالة التفاعلات الماصة للحرارة :

- **رفع** درجة الحرارة يجعل التفاعل يسير فى الإتجاه **الطردى** .
- **خفض** درجة الحرارة يجعل التفاعل يسير فى الإتجاه **العكسى** .

مثال : $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ - Heat

التسخين يزيد من كمية غاز ثالث أكسيد الكبريت SO_3 المفككة بينما التبريد يقلل من كمية الغاز المفككة .

ثالثاً : تأثير التغير في الضغط على الإتزان

يؤثر الضغط على إتزان التفاعلات الغازية التى يصاحبها **تغير فى الحجم** (عدد جزيئات الغازات **المتفاعلة** = عدد جزيئات الغازات **الناتجة**) .

١- عند **زيادة** الضغط فإن التفاعل ينشط فى إتجاه **الحجوم الأقل** " عدد الجزيئات **الأقل** " .

٢- عند **تقليل** الضغط فإن التفاعل ينشط فى إتجاه **الحجوم الأكبر** " عدد الجزيئات **الأكبر** " .

مثال : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$, $\Delta H = -92$ KJ

- **زيادة الضغط يجعل التفاعل يسير فى الإتجاه الطردى مما يؤدى إلى زيادة تكوين النشادر NH_3 .**
- **تقليل الضغط يجعل التفاعل يسير فى الإتجاه العكسى مما يؤدى إلى تقليل كمية النشادر NH_3 المتكونة .**

أمثلة على قاعدة لوشاتيليه

مثال :

في التفاعل المتزن التالى : $H_{2(g)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(V)} + CO_{(g)}$, H = 41 Kj

كيف يؤثر كل من التغيرات الآتية على **تركيز الهيدروجين** :

١- إضافة مزيد من غاز CO_2 .　　٣- تقليل حجم الوعاء .　　٥- زيادة درجة الحرارة .

٢- إضافة مزيد من بخار الماء .　　٤- إضافة عامل حفز .

الحــل :

....

....

مثال : **في التفاعل المتزن** $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} + Heat \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ وضح أثر التغير فى التركيز و الضغط و درجة الحرارة على **زيادة معدل تكوين** ثانى أكسيد النيتروجين .

الحــل :

....

....

مثال : **في التفاعل المتزن** $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$, H = + ve وضح أثر **الزيادة** فى التركيز و الضغط و درجة الحرارة على **معدل تفكك** ثالث أكسيد الكبريت .

الحــل :

....

....

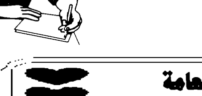
مثال : **في التفاعل المتزن** $H_2N - NH_{2(g)} \rightleftharpoons N_{2\,(g)} + 2H_{2(g)}$, H = - وضح أثر **النقص** فى التركيز و الضغط و درجة الحرارة على **معدل تكوين** غاز النيتروجين .

الحــل :

....

مثال : **في التفاعل المتزن** $\frac{1}{2} N_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)}$, H = +

ماهى العوامل التى تساعد على **زيادة** كمية أكسيد النيتريك المتكونة .



خامساً :تأثير العوامل الحفازة

العامل الحفاز : مادة يلزم منها القليل لتغير معدل التفاعل الكيميائي دون أن تتغير أو تغير من موضع الإتزان .

- العوامل الحفاز ة هى عناصر فلزية أو أكاسيد فلزات أو مركباتها أو إنزيمات .

أداور العامل الحفاز :

- العامل الحفاز يغير من سرعة التفاعل دون الحاجة إلى رفع درجة الحرارة .

- العامل الحفاز يقلل من طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل .

- العامل الحفاز فى التفاعلات الإنعكاسية يسرع معدل التفاعل الطردى و العكسى فى نفس الوقت بنفس المقدار فيؤدى إلى الوصول لحالة الإتزان بسرعة .

⇦ علل : لا يغير العامل الحفاز من موضع الإتزان فى التفاعلات الإنعكاسية .

لأنه يزيد من معدل التفاعل الطردى و العكسى بنفس المقدار فهو يقلل طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل فقط .

أهمية العامل الحفاز بدلاً من الطاقة الحرارية فى التفاعلات الصناعية :

تكاليف الطاقة اللازمة لإحداث هذه التفاعلات ستكون عالية مما يؤدى إلى رفع تكلفة المنتجات الصناعية نتيجة تحميل تكاليف الطاقة على أسعارها .

⇦ علل : إستخدام العوامل الحفازة فى الصناعة له بعد إقتصادى .

لأنها تزيد من معدل التفاعلات البطيئة دون الحاجة إلى التسخين فتوفر الطاقة و تقلل تكلفة المنتجات الصناعية .

⇦ يفضل استخدام العوامل الحفازة بدلاً من التسخين فى الصناعة .

لتوفير الطاقة وتقليل التكاليف .

مجالات استخدام العامل الحفاز :

١) تستخدم فى أكثر من % 90 من العمليات **الصناعية** مثل صناعة : الأسمدة **و** البتروكيماويات **و** الأغذية .

٢) توضع فى المحولات الحفزية المستخدمة فى شكمانات السيارات **لتحويل غازات الإحتراق الضارة** إلى **نواتج آمنة** .

٣) تعمل **الإنزيمات "هى جزيئات من البروتين تتكون فى الخلايا الحية " كعوامل حفز** للعديد من العمليات البيولوجية **و** الصناعية .

من قال سبحان الله و بحمده تكتب له ألف حسنة أو تحط عنه ألف سيئة

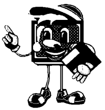
سادساً : تأثير الضوء

(١) فى عملية **البناء الضوئى** يقوم الكلوروفيل فى النبات بإمتصاص **الضوء** فى وجود ثانى أكسيد الكربون و الماء و يكون الكربوهيدرات .

(٢) أفلام التصوير تحتوى على مادة **بروميد الفضة** فى طبقة جيلاتينية عندما يسقط **الضوء** عليها فإنه **يعمل** على **إكتساب** أيون الفضة الموجب لإلكترون من أيون البروميد السالب ليتحول إلى **فضة** و **يمتص** البروم المتكون فى الطبقة الجيلاتينية و **كلما زادت** شدة **الضوء زادت** كمية الفضة المتكونة :

$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$

التقويم الثانى



السؤال الأول : اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس فيما يلى :

١- فى التفاعل المتزن التالى : $NH_2NH_{2(g)}$ ==== $N_{2(g)} + 2H_{2(g)}$, ΔH = (-) يزداد معدل تكوين الهيدرازين بـ :(زيادة الضغط **و** التبريد – زيادة الضغط **و** التسخين – تقليل الضغط **و** التسخين – تقليل الضغط **و** التبريد)

٢- فى التفاعل المتزن التالى : طاقه – $N_2 + O_2$ ===== **2NO** يزداد معدل تفكك أكسيد النيتريك بـ :(زيادة الضغط **و** التبريد – زيادة الضغط **و التسخين** – التسخين فقط – التبريد فقط)

٣- تأثير **الحرارة** على **معدل** تفاعل كيميائى هو : (**تقليل طاقة** التنشيط – زيادة نسبة الجزيئات المنشطة – زيادة طاقة التنشيط – يقلل نسبة الجزيئات **المنشطة**)

٤- أثر **الحرارة** على تفاعل كيميائى متزن **طارد** للحرارة : (**يجعل التفاعل** يسير فى إتجاه تكوين النواتج – يجعل التفاعل يسير فى إتجاه تكوين المتفاعلات – يسرع التفاعلين **الطردى** و العكسى – لا تؤثر)

٥- العامل الحفاز فى التفاعلات **الإنعكاسية** يعمل على : (تقليل طاقة تنشيط **المتفاعلات** – زيادة سرعة التفاعل العكسى فقط – زيادة طاقة تنشيط المتفاعلات – زيادة سرعة **التفاعل الطردى** فقط)

٦- فى النظام الغازى المتزن التالى : طاقة + $H_2 + Cl_2$ === 2HCl **زيادة الضغط تؤدى إلى** :
(زيادة تركيز النواتج – زيادة تركيز المواد المتفاعلة – خفض تركيز النواتج – **لايؤثر**)

٧- يزاح الإتزان جهة تكوين المواد **المتفاعلة** عند **خفض** درجة الحرارة فى التفاعلات :
(الإنعكاسية الماصة – الإنعكاسية الطاردة – التامة الطاردة – التامة الماصة) للحرارة .

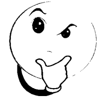
السؤال الثانى : أكتب المصطلح العلمى الذى يدل على العبارات التالية :

١- مادة تغير من معدل التفاعل الكيميائى دون أن تتغير .

٢- الحد الأدنى من الطاقة التى يجب أن يمتلكها الجزئ لكى يتفاعل عند الإصطدام .

٣- إذا حدث تغير فى أحد العوامل المؤثرة على نظام فى حالة إتزان مثل الضغط أو التركيز أو درجة الحرارة فإن النظام ينشط فى الإتجاه الذى يقلل أو يلغى هذا التغير .

٤- الجزيئات ذات الطاقة الحركية المساوية لطاقة التنشيط أو تفوقها .



من قرأ سورة الواقعة كل ليلة قبل أن ينام لقى الله عز و جل و وجهه كالقمر ليلة البدر

السؤال الثالث : علل لما يأتى :

١- يزداد اللون البنى المحمر لثانى أكسيد النيتروجين عند وضعه فى ماء ساخن و يختفى بالتبريد .
٢- تزداد سرعة التفاعل الكيميائى بارتفاع درجة الحرارة
٣- يزداد معدل تكوين غاز النشادر من عنصريه بزيادة الضغط و التبريد .
٤- يحتاج حرق السكر فى المختبر لدرجات حرارة عالية بينما حرقه فى جسم الإنسان يتم عند $37^\circ c$.
٥- تستخدم محولات حفزية فى شكمانات السيارات .
٦- **تفاعل** النيتروجين مع الهيدروجين لتكوين النشادر طارد للحرارة و مع ذلك لا يتم إلا بالتسخين .

السؤال الرابع : تخير الإجابة الصحيحة من بين العبارات الآتية :

١- فى التفاعل **المتزن** التالى : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \quad , \quad H = (-)$ يمكن **زيادة** تركيز NH_3 بـ :
(تقليل كمية النيتروجين – **رفع** درجة الحرارة – تقليل كمية الهيدروجين – زيادة الضغط)

٢- عامل الحفز فى التفاعلات **الإنعكاسية يعمل** على : (تقليل طاقة تنشيط المتفاعلات – زيادة سرعة التفاعل العكسى – إبطاء سرعة **التفاعل العكسى** فقط – زيادة سرعة التفاعل الطردى فقط)

مسائل على قاعدة لوشاتلييه

١- فى التفاعل المتزن التالى : $N_{2(g)} + 2H_{2(g)} ===== NH_2NH_{2(g)} \quad , \quad \Delta H = (-)$ وضح أثر كل من العوامل التالية على معدل تكوين **الهيدرازين** :
- تقليل حجم الوعاء . - إضافة عامل حفاز . - إضافة النيتروجين .
- سحب الهيدروجين . - سحب الهيدرازين

٢- فى النظام المتزن التالى : $H_2O_{(g)} + CO_{(g)} ====== H_{2(g)} + CO_{2(g)} \quad , \quad H = 41{,}1\ K.j$
وضح كيف يؤثر كل تغير من التغيرات الآتية على تركيز **الهيدروجين** :
- إضافة المزيد من بخار الماء . - إضافة المزيد من غاز أول أكسيد الكربون
- رفع درجة الحرارة . - إضافة عامل حفاز . - **تقليل حجم الوعاء** .

٣- فى التفاعل المتزن التالى : $FeCl_3 + 3NH_4SCN \rightleftharpoons Fe(SCN)_3 + 3NH_4Cl$ ما هى **التغيرات** التى تطرأ على **درجة اللون الأحمر** عند :
- إضافة مزيداً من كلوريد الأمونيوم . - إضافة مزيداً من كلوريد الحديد III .

٤- فى التفاعل المتزن التالى : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \quad , \quad H = (-)$ ما هى أنسب الظروف للحصول على **أكبر** كمية من غاز النشادر .

٥- فى التفاعل المتزن التالى : $C_2H_5OH + CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$ ماذا يحدث عند :
- إضافة كمية من الماء إلى المخلوط . - إضافة كمية من حمض الكبريتيك **المركز** إلى المخلوط .
- إضافة مزيداً من الكحول الإيثيلى .

٦- فى التفاعلين التاليين : ① $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ ② $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$
لماذا يتأثر وضع الإتزان بتغير **حجم** الوعاء فى التفاعل **الأول** و لا يتأثر فى التفاعل **الثانى** .

٧- فى التفاعل المتزن التالى : $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$ وضح مع التفسير كيف تؤثر التغيرات التالية على تركيز أيون **الأسيتات** : إضافة كمية من الماء إلى المخلوط – إضافة قطرات من حمض الهيدروكلوريك - إضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم .

٨- **فى** التفاعل الآتى : $HCN + H_2O ====== CN^- + H_3O^+$ وضح كيف تؤثر التغيرات **التالية على** تركيز أيون **السيانيد** :
- إضافة **قطرات** من حمض الهيدروكلوريك . - إضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم .

٩- وضح أثر **التغير فى** الضغط و درجة الحرارة على **زيادة معدل تكوين** غاز النشادر طبقاً للمعادلة :

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons NH_3 \ , \quad H = (-) = -92\ KJ$$

١٠- فى التفاعل المتزن **التالى** وضح أثر التغير فى الضغط و درجة الحرارة على **زيادة معدل تفكك** غاز الهيدرازين : $H_2N\text{-}NH_{2(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 2H_{2(g)} \ , \quad H = -$

١١- فى التفاعل المتزن التالى : $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$ - energy ما أثر **الزيادة** فى درجة الحرارة و الضغط و تركيز المواد **المتفاعلة على كمية أ**كسيد النيتريك المتكون .

١٢- فى النظام المتزن التالى : $H_{2(g)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)} + CO_{(g)} \ , \quad H = 41{,}1\ KJ$
كيف يؤثر كل تغير من التغيرات الآتية على تركيز غاز **الهيدروجين** :
- إضافة المزيد من ثانى أكسيد الكربون . - **زيادة** درجة الحرارة .

١٣- فى الإتزان الكيميائى الآتى : $FeCl_3 + 3NH_4SCN \rightleftharpoons Fe(SCN)_3 + 3NH_4Cl$
وضح تأثير **زيادة** تركيز كلوريد الحديد (III) على **لون** المحلول .

١٤- فى النظام المتزن الآتى : $½ N_{2(g)} + ½ O_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)} \ , \quad H = +$ **ما هى العوامل** التى تساعد على **زيادة** معدل تكوين أكسيد النيتريك .

١٥- فى التفاعل المتزن التالى : $SO_{3(g)} \rightleftharpoons SO_{2(g)} + ½ O_{2(g)} \ , \quad H = +$ بين **أثر كلاً من** العوامل الآتية فى **تغير اتجاه سير التفاعل** :
- زيادة الضغط . - رفع درجة الحرارة .

١٦- فى التفاعل : $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$
ما عدد مولات الغاز المتفاعلة ؟
أى من طرفى المعادلة (النواتج **أم** المتفاعلات) سوف يزداد **بزيادة** الضغط ؟

- اخترمن القسم (ب) العوامل التى تعمل على زيادة تكوين نواتج الأنظمة المتزنة فى القسم (أ) :

القسم (أ)	القسم (ب)
طاقة - $2SO_{3\,(g)}$ ==== $2SO_{2\,(g)} + O_{2\,(g)}$	- بالتسخين فقط .
طاقة + $2NO_{2\,(g)}$ ==== $N_2O_{4\,(g)}$	- بالتسخين و زيادة الضغط .
طاقه – $N_{2\,(g)} + 2H_{2\,(g)}$ ==== $N_2H_{4\,(g)}$	- بالتسخين و تقليل الضغط .
طاقة + $H_{2\,(g)} + Cl_{2\,(g)}$ ===== $2HCl_{(g)}$	- بالتبريد فقط .
طاقة - $H_{2(g)} + CO_{2(g)}$ == $H_2O_{(g)} + CO_{(g)}$	- بالتبريد و زيادة الضغط .
	- بالتبريد و تقليل الضغط .

أسئلة متنوعة

- **ماذا يقصد بكل من :** ١- قاعدة لوشاتيليه . ٢- العوامل الحفازة .

- **وضح دور** : العوامل الحفازة فى الصناعة – تأثير الضوء على معدل التفاعل الكيميائى .

- **وضح بالتجارب العملية كل مما يأتى :** تأثير درجة الحرارة على معدل تفاعل كيميائى متزن .

قال تعالى فى حديثه القدسى

أحب ثلاثة وحبى لثلاثة أشد : أحب الغنى الكريم و حبى للفقير الكريم أشد ، أحب الفقير المتواضع و حبى للغنى المتواضع أشد ، أحب الشيخ الطائع و حبى للشاب الطائع أشد . و أبغض ثلاثة و بغضى لثلاثة أشد : أبغض الفقير البخيل و بغضى للغنى البخيل أشد ، أبغض الغنى المتكبر و بغضى للفقير المتكبر أشد ، أبغض الشاب العاصى و بغضى للشيخ العاصى أشد .

تطبيقات قانون فعل الكتلة على حالات الإتزان الأيوني

أولاً : المحاليل الإلكتروليتية

☒ **المركبات الأيونية** :

- مواد صلبة **متأينة** تماماً .
- عند إذابتها فى الماء **تتفكك** إلى أيونات موجبة **و** أيونات سالبة .
- محاليل هذه المواد **جيدة** التوصيل للكهرباء .

☒ **المركبات التساهمية** :

- ترتبط ذراتها بروابط تساهمية .
- بعضها عند إذابتها فى الماء **تتأين** إلى أيونات موجبة **و** أيونات سالبة بدرجات **متفاوتة** .

تجربة لإختبار التوصيل الكهربي لحمض الخليك النقي و غاز كلوريد الهيدروجين الجاف في الحالات الآتية :

☒ **كون دائرة كهربية كما بالشكل :**

(١) ذوبان كل منهما على حدة في لتر من البنزين :

⇦ **المشاهدة** : كل منهما **لا يوصل** التيار الكهربى .

⇦ **التفسير** : **لا يوجد** أيونات فى **الحالتين** توصل التيار .

(٢) ذوبان 0,1 مول من كل منهما في لتر من الماء على حدة :

⇦ **المشاهدة** : كلا المحلولين **يوصل** التيار الكهربى و يضئ المصباح **بشدة** فى حالة محلول غاز كلوريد الهيدروجين (حمض HCl) و يضئ إضاءة **ضعيفة** فى حالة محلول حمض الخليك .

⇦ **التفسير** : **تأين** غاز كلوريد الهيدروجين فى الماء تأين **تام** (إلكتروليت **قوى**) بينما **تأين** حمض الخليك فى الماء تأين **غير تام** (إلكتروليت **ضعيف**) .

(٣) تخفيف كلاً من المحلولين إلى 0,01 مولارى ثم إلى 0,001 مولارى :

⇦ **المشاهدة** : **لا يتأثر** توصيل حمض الهيدروكلوريك بالتخفيف بينما **يتأثر** توصيل حمض الخليك .

⇦ **التفسير** : **تزداد** درجة تأين الإلكتروليتات **الضعيفة فقط** بزيادة **التخفيف** .

☒ **من التجاب السابقة نستنتج :**

⇦ بعض المركبات **التساهمية** تكون **تامة** التأين مثل غاز كلوريد الهيدروجين HCl لذلك **لا تتأثر** الإضاءة بزيادة التخفيف : $HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

⇦ بعض المركبات **التساهمية** يكون **ضعيف** التأين مثل حمض الخليك CH_3COOH فيكون تأينه محدود جداً لذلك تزداد شدة الإضاءة بزيادة التخفيف وهذا يدل على وجود جزيئات **غير متأينة** تتأين تدريجياً مع زيادة التخفيف . $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

⇦ **علل : لا تتأثر درجة توصيل محلول غاز كلوريد الهيدروجين في الماء بالتخفيف .**

⇦ **علل : تزداد درجة توصيل محلول حمض الخليك بزيادة التخفيف .**

⇦ **علل : محلولى حمض الخليك و غاز كلوريد الهيدروجين في البنزين لا يوصلا التيار بينما في الماء يوصلا التيار الكهربى .**

<u>أيون الهيدرونيوم (البروتون المماه)</u> H_3O^+

الأيون الناتج من إتحاد أيون الهيدروجين الموجب (الناتج من تأين الأحماض في محاليلها المائية) مع جزئ الماء .

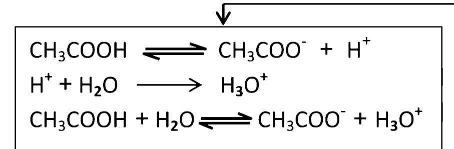
⇦ **علل : لا يتواجد أيون الهيدروجين الموجب (البروتون) الناتج من تأين الأحماض فى محاليلها المائية منفرداً .**

☜ لأنه ينجذب إلى زوج الإلكترونات الحُر الموجود على ذرة أكسجين أحد جزيئات الماء و يرتبط مع جزئ الماء برابطة تناسقية .

$$H^+ + H_2O \longrightarrow H_3O^+$$

<u>مقارنة بين تأين حمض الهيدروكلوريك و حمض الأسيتيك في الماء</u>

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$
$$H^+ + H_2O \longrightarrow H_3O^+$$
$$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$



$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$
$$H^+ + H_2O \longrightarrow H_3O^+$$
$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$

لذلك نستنتج مما سبق :

<u>التأين</u> : **هي عملية تحول جزيئات غير متأينة إلى أيونات .**

<u>التأين التام</u> : **يحدث في الإلكتروليتات القوية و فيه تتحول كل الجزيئات الغير متأينة إلى أيونات .**

<u>التأين الضعيف</u> : **يحدث في الإلكتروليتات الضعيفة و فيه يتحول جزء ضئيل من الجزيئات الغير متأينة إلى أيونات .**

☒فى محاليل الإلكتروليتات **الضعيفة** يوجد فى المحلول بإستمرار حالتان **متعاكستان** هما تفكك الجزيئات إلى أيونات و إتحاد الأيونات لتكوين جزيئات و ذلك طبقا للمعادلة التالية :

$$AB \rightleftharpoons A^+ + B^-$$

إلكتروليت ضعيف   أيونات مفككة

فتنشأ حالة **إتزان** بين الجزيئات غير المتفككة **و** الأيونات و يسمى هذا الإتزان **<u>بالإتزان الأيونى</u>** .

<u>الإتزان الأيوني</u> : **نوع من الإتزان ينشأ في محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها و بين الأيونات الناتجة .**

⇦ **علل : لا يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات القوية .**

☜ لأن محاليل الإلكتروليتات **القوية تامة** التأين فهى **<u>لا تحتوى</u>** على جزيئات غير مفككة .

⇦ **علل : يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات الضعيفة فقط .**

لأن محاليل الإلكتروليتات القوية **تامة** التأين بينما محاليل الإلكتروليتات الضعيفة تحتوى على جزيئات غير متفككة **و** أيونات .

س : قارن بين الإتزان الكيميائى و الإتزان الأيونى ؟

الإتزان الكيميائى : **نظام ديناميكى يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردى مع معدل التفاعل العكسى و تثبت تركيزات المتفاعلات و النواتج . و يظل الإتزان قائماً طالما كانت جميع المواد المتفاعلة والناتجة موجودة فى حيز التفاعل(لم يتصاعد غاز أو يتكون راسب) و ما دامت ظروف التفاعل مثل درجة الحرارة أو الضغط ثابتة .**

الإتزان الأيونى : **هو اتزان ينشأ فى محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها و بين الأيونات الناتجة** .

قانـون استفالـد للتخفيف

قام استفالد عام ١٨٨٨م بإيجاد العلاقة بين درجة التفكك (α) و التركيز (C) بالمول/لتر لمحاليل الإلكتروليتات الضعيفة .

إثبات قانون استفالد :

⇦ نفرض أن لدينا حمض ضعيف أحادى البروتون HA عند إذابته فى حجم V لتر من الماء يتفكك عدد من جزيئاته تبعاً للمعادلة :

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

⇦ وعند الإتزان كان عدد المولات المفككة (α) مول فيكون **عدد المولات** الغير مفككة ($1-\alpha$) مول

	HA	$\rightleftharpoons$	H^+	+	A^-
عدد المولات	$1-\alpha$		α		α
التركيز	$\left[\frac{1-\alpha}{V}\right]$		$\left[\frac{\alpha}{V}\right]$		$\left[\frac{\alpha}{V}\right]$

⇦ بتطبيق قانون فعل الكتلة على هذا التفاعل المتزن لحساب ثابت الإتزان K_a :

$$K_a = \frac{[H^+]\,[A^-]}{[HA]} = \frac{\left[\frac{\alpha}{V}\right]\left[\frac{\alpha}{V}\right]}{\left[\frac{1-\alpha}{V}\right]} = \frac{\alpha^2}{V(1-\alpha)}$$

و تعرف هذه العلاقة بـ : **قانون أستفالد للتخفيف** وهو يبين العلاقة الكمية بين درجة التأين (α) و درجة التخيف و يتضح منها : " **عند ثبوت درجة الحرارة فإن درجة التأين** (α) **تزداد بزيادة التخفيف** " (**لتظل قيمة K_a ثابتة**)

⇦ فى حالة الإلكتروليتات **الضعيفة** فإن درجة التأين (α) تكون صغيرة جداً بحيث يمكن إهمالها .. و تصبح قيمة ($1-\alpha$) تساوى **واحد صحيح** و تصبح العلاقة :

$$K_a = \frac{\alpha^2}{V}$$

⇦ لكن تركيز الحمض (C) = $\frac{1}{V}$ فإن **الصيغة النهائية** لقانون إستفالد هى :

$K_a = \alpha^2 . C$

" **أى كلما زاد التخفيف (قل التركيز C) زادت درجة التفكك α .. و العكس صحيح** "

درجة التفكك = $\frac{\text{عـــدد المـــولات المتفككـــة}}{\text{عــدد المـــولات الكليـــة قبـــل التفكـــك}}$

أمثلة على قانون أستفالد للتخفيف

مثال : حمض ضعيف درجة تفككه 0,01 و تركيزه 0,2 M احسب ثابت التأين K_a له .

الحـــل :

2 x 10^{-5}

مثال : محلول حمض **ضعيف** CH_3COOH درجة تفككه 0,01 يحتوى على 1,2 g منه مذابة فى 100 ml أحسب ثابت تأينه K_a .

الحـــل :

2 x 10^{-5}

مثال : احسب درجة التفكك فى محلول 0,1 M من حمض هيدروسيانيك HCN عند 25 ̊c علماً بأن ثابت الإتزان للحمض K_a = 7,2 x 10^{-10} .

الحـــل :

8,5 x 10^{-5} ....

مثال : حمض ضعيف أحادى البروتون نسبة تفككه 3 % فى محلول تركيزه **0,2 M** **إحسب** K_a له .

الحـــل :

0,00018

مثال : حمض ضعيف أحادى البروتون درجة تفككه 0,008 فى محلول تركيزه 0,015 M إحسب درجة تفكك هذا الحمض فى محلول تركيزه 0,1 M . و ماذا نستنتج من النتائج .

0,0031

نستنتج أن درجة التفكك α تقل بزيادة التركيز و بمعنى آخر تزداد بزيادة التخفيف

تتناسب قوة الحمض تناسبا طرديا مع ثابت تأينه (K_a) فكلما زادت قيمة ثابت التأين زادت قوة الحمض و العكس .

حساب تركيز أيون الهيدرونيوم للأحماض الضعيفة

الأحماض الضعيفة : **هي أحماض تتفكك جزئياً في الماء . (أو : هى أحماض تتميز بصغر ثابت تأينها)**

✱عندما يتفكك حمض **ضعيف** مثل حمض الخليك تركيزه C_a فى الماء حسب المعادلة :

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$

و **بتطبيق قانون** فعل الكتلة لحساب ثابت التأين K_a فإن : $K_a = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$

من المعادلة **السابقة** ∵ عدد أيونات H_3O^+ = عدد أيونات CH_3COO^- (**لأن الحمض أحادى البروتون**)

∴ تركيزهما يكون متساو أى $[CH_3COO^-] = [H_3O^+]$

وبذلك فإن قيمة ثابت **التأين** : $K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{[CH_3COOH]}$

∵ الحمض ضعيف (ثابت تأين **الحمض** K_a **صغير جداً**) فإن مقدار ما يتفكك منه α **ضئيل جداً** يمكن إهماله

∴ تركيز الحمض **المتبقى** عند الإتزان $[CH_3COOH]$ وهو $(C_a - \alpha)$ = تركيز الحمض **الأصلى** C_a

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C} \Longrightarrow \therefore [H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$$

حساب تركيز أيون الهيدروكسيل للقواعد الضعيفة

القاعدة الضعيفة : **هي قاعدة تتفكك جزئياً في الماء .**

✱عندما تذوب قاعدة ضعيفة مثل النشادر فى الماء مكونة محلول تركيزه C_b منها حسب المعادلة :

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^- \ :$$

و بتطبيق قانون فعل الكتلة لحساب ثابت التأين K_b فإن : $K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$

من المعادلة السابقة ∵ عدد أيونات OH^- = عدد أيونات NH_4^+ (**لأن القاعدة أحادية الهيدروكسيل**)

∴ تركيزهما يكون متساو أى $[NH_4^+] = [OH^-]$

وبذلك فإن قيمة ثابت التأين : $K_a = \frac{[OH^-]^2}{[NH_3]}$

∵ القاعدة **ضعيفة** (ثابت تأين النشادر K_b **صغير جداً**) فإن مقدار ما يتفكك منها **ضئيل جداً** يمكن إهماله

∴ تركيز القاعدة **المتبقية** عند الإتزان $[NH_3]$ = تركيز القاعدة **الأصلية** C_b

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C} \Longrightarrow \therefore [OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$$

معلومة هامة جداً جداً جداً جداً : لحساب تركيز أيون الهيدروجين في الأحماض القوية نستخدم العلاقة : تركيز الحمض × قاعدية الحمض (عدد H^+) و بالمثل فى القواعد القوية

مثال : احسب تركيز أيونات الهيدروجين فى محلول 0,1 M من حمض هيدروسيانيك HCN عند 25°c علماً بأن ثابت الإتزان له $K_a = 7,2 \times 10^{-10}$.

الحــل :

.... $8,5 \times 10^{-6}$ مولر

مثال : حمض ضعيف درجة تفككه 0,01 و تركيزه 0,2 M احسب تركيز أيونات الهيدروجين له .

الحــل :

2×10^{-3}

مثال : أحسب ثابت تأين K_b لقلوى ضعيف أحادى الهيدروكسيل تركيزه 0,1 M و تركيز أيونات الهيدروكسيل فيه $[OH^-]$ يساوى $1,34 \times 10^{-3}$ M .

الحــل :

$1,8 \times 10^{-5}$

مثال : احسب تركيز أيونات الهيدروجين **فى محلول** 0,001 M من حمض الكبريتيك التام التأين عند 25°c .

الحــل : .... 2×10^{-3}

ثانياً : تأين الماء

الماء النقى إلكتروليت ضعيف يوصل التيار الكهربى توصيلاً ضعيفاً ... و يعبر عن تأينه كالتالى :

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

$$H^+ + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+$$

$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

و للتبسيط تكتب المعادلة هكذا : $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

و بتطبيق قانون فعل الكتلة لحساب ثابت الإتزان له كما يلى : $K_c = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = 10^{-14}$

∵ مقدار ما يتأين من الماء **لا يذكر** كما يتضح من قيمة ثابت الإتزان و هى 10^{-14} .

∴ تركيز الماء غير المتأين $[H_2O]$ يعتبر مقدار ثابت و لذلك يمكن إهمال تركيز الماء غير المتأين :

$$K_W = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

وحيث أن الماء متعادل التأثير على عباد الشمس

∴ **تركيز أيون** H^+ **المسئول عن الحموضة = تركيز أيون** OH^- **المسئول عن القلويـــة =** 10^{-7}

الحاصل الأيونى للماء K_W :

هو حاصل ضرب تركيزى أيون الهيدروجين و أيون الهيدروكسيل الناتجين من تأين الماء .

- الحاصل الأيونى للماء مقدار ثابت **يساوى دائماً** : 1×10^{-14} mol/Litre .
- إذا **زاد** تركيز أيون الهيدروجين **قل** تركيز أيون الهيدروكسيل بنفس المقدار .
- يمكن معرفة تركيز أحد الأيونين إذا أمكن معرفة تركيز الآخر .

الأس (الرقم) الهيدروجيني P_H : **هو اللوغاريتم السالب (للأساس ١٠) لتركيز أيون الهيدروجين** .

أو : **أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل المائية** .

أى أن : P_H = - لو $[H^+]$ $\qquad$ $P_H = -\log [H_3O^+]$

∵ $K_W = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$ و بأخذ اللوغاريتم **السالب** لهذه المعادلة :

∴ - لو K_W = - لو $[H^+]$ – لو $[OH^-]$ = - لو ١٠^-١٤^ **و** بإستبدال القيمة (– لو) بالحرف p فإن المعادلة تصبح :

$$PK_W = P_H + P_{OH} = 14$$

$$\boxed{P_H + P_{OH} = 14}$$

- إذا كانت قيمة P_H للمحلول **أقل من** 7 يكون المحلول **حمضى** .
- إذا كانت قيمة P_H للمحلول **تساوى** 7 يكون المحلول **متعادل** .
- إذا كانت قيمة P_H للمحلول **أكبر** من 7 **يكون المحلول قلوى** .

14	13	12	11	10	9	8	(7)	6	5	4	3	2	1	0

← **تزداد القاعدية** $\qquad$ **تزداد الحامضية** →

مثال : قاعدة ضعيفة تركيزها 0,1 M و ثابت تأين القاعدة $K_b = 1,6 \times 10^{-4}$ أوجد :

١- تركيز أيون الهيدروكسيل فى المحلول . $\qquad$ ٢- الرقم الهيدروكسيلى P_{OH} **للمحلول** .

٣- درجة تأين القاعدة . $\qquad$ ٤- الرقم الهيدروجينى P_H **للمحلول** .

الحـــل :

4×10^{-3}

2,39

0,0126

11,60 ....

معلومة إضافية
$[H_3O^+] = \alpha . C$

معلومة إضافية
$[OH^-] = \alpha . C$

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم

التقويم الثالث

السؤال الأول : تخير الإجابة الصحيحة من بين العبارات الآتية :

١- محلول 0,1 M من حمض الهيدروكلوريك تكون قيمة P_H له تساوى :
(13 – 10 – 1 – 0,1)

٢- محلول 0,01 M من هيدروكسيد الصوديوم تكون قيمة PH له تساوى :
(14 – 12 – 2 – 0,01)

٣- تنخفض قيمة P_H للماء المقطر عند يمر فيه غاز :
(غاز الهيدروجين – غاز ثانى أكسيد الكربون – غاز النشادر – الأكسجين) .

٤- ترتفع قيمة P_H للماء المقطر عند يمر فيه غاز :
(غازكلوريد الهيدروجين – غاز ثانى أكسيد الكربون – غاز النشادر – الأكسجين)

٥- محلول تركيز أيون الهيدرونيوم [H_3O^+] له 10^{-5} M يكون المحلول :
(حمضى – متعادل – قاعدى – لا توجد إجابة صحيحة)

٦- تركيز أيون الهيدرونيوم [H_3O^+] للماء النقى يساوى :
(10^{-14} M – 10^{-7} M – 14 – 7)

٧- إذا كان الرقم الهيدروجينى P_H لعصارة المعدة 2 فيكون تركيز أيون الهيدروكسيل [OH^-] له :
(12 M – 10^{-12} M – 10^{-2} M – 2 M)

٨- محلول تركيز أيون الهيدروكسيل [OH^-] له يساوى 0,001 M يكون له تأثير :
(حمضى – قيمة P_H له 3 – تركيز [H_3O^+] له 0,001 M – لا توجد إجابة صحيحة)

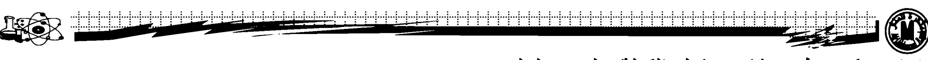
٩- محلول تركيز أيون الهيدروكسيل له يساوى 10^{-14} M يكون :
(p_H له 14 – قلوى – تركيز [H_3O^+] له 10^{0} M – قيمة p_{OH} له صفر)

١٠- محلول قيمة P_H له 5 يكون :
(تركيز [OH^-] له 10^{-5} M – تركيز [H_3O^+] له 10^{-9} M – محلوله يحمر الميثيل البرتقالى – محلوله يحمر الفينولفثالين)

١١- تركيز أيون الهيدرونيوم للماء النقى يساوى :
(14 – 10^{-14} – 10^{-7} – 7)

١٢- محلول قيمة P_{OH} له 4 فيكون تأثيره على محلول عباد الشمس :
(حمضى – قلوى – متعادل – لايؤثر)

١٣- كلما زاد تخفيف الحمض بالماء زادت درجة توصيله للتيار الكهربى ما عدا حمض :
(حمض الهيدروكلوريك – حمض الأسيتيك – حمض الكربونيك – حمض الهيدروسيانيك)



١٤- يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محلول حمض :
(حمض النيتروز – حمض الكبريتيك – حمض الهيدروكلوريك – حمض النيتريك)

١٥- يكون المحلول حمضياً عندما تكون قيمة الأس الهيدروجينى له :
(7 – أقل من 7 – أكبر من 7 – 14)

١٦- الإتزان الذى ينشأ فى محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها و بين الأيونات الناتجة يسمى إتزان : (التساهمى – الديناميكى – الأيونى – الهيدروكسيلى)

السؤال الثاني : أكتب المصطلح العلمى الذى يدل علي العبارات التالية :

١- التأين الحادث فى محاليل الإلكتروليتات الضعيفة حيث يتحول جزء ضئيل من الجزيئات غير المتأينة لأيونات .
٢- تأين يحدث فى محاليل الإلكترونيات القوية و فيه تتحول كل الجزيئات غير متأينة إلى أيونات .
٣- أسلوب للتعبير عن الحموضة أو القاعدية للمحاليل المائية بأرقام متسلسلة موجبة .
٤- الإتزان الناشئ بين الجزيئات غير المتأينة و الأيونات الناتجة عنها فى محاليل الإلكتروليتات الضعيفة .
٥- اللوغاريتم السالب للأساس 10 لتركيز أيون الهيدروجين .
٦- حاصل ضرب تركيزي أيون الهيدروجين الموجب [H^+] و أيون الهيدروكسيل السالب [OH^-] الناتجين عن تأين الماء وهو يساوى 10^{-14} M.
٧- البروتون المماه .
٨- العلاقة التى تربط بين درجة تفكك الإلكتروليت و تركيزه .
٩- كلما زاد التخفيف (قل التركيز) زادت درجة التفكك و العكس صحيح .
١٠- القواعد التى تتفكك جزئياً فى الماء .
١١- الأحماض التى تتميز بصغر ثابت تأينها .
١٢- مواد درجة تأينها فى الماء 100 % .
١٣- مواد أيونية توصل التيار الكهربى سواء كانت فى صورة مصهور أو محلول .

السؤال الثالث : اكتب التفسير العلمى

١- محلول كلوريد الهيدروجين فى البنزين غير موصل للتيار الكهربى بينما محلوله فى الماء موصل للكهرباء .
٢- يزداد توصيل محلول حمض الخليك للكهرباء عند التخفيف بالماء بعكس محلول حمض الهيدروكلوريك لا يتغير توصيله عند التخفيف .
٣- لا يطبق قانون فعل الكتلة على محاليل الالكتروليتات القوية .
٤- يطبق قانون فعل الكتلة على محاليل الالكتروليتات الضعيفة **فقط** .
٥- لا يوجد أيون الهيدروجين منفرداً فى محاليل الأحماض المائية .
٦- الماء متعادل التأثير على عباد الشمس .
٧- قيمة الرقم أو الأس الهيدروجين P_H للماء النقى = 7 .

٨- يستدل على قوة الأحماض من قيمة ثابت تأينها .

٩- الحاصل الأيونى للماء $K_W = [10^{-7}] [10^{-7}] = 10^{-14}$.

١٠- لا يوجد أيون الهيدروجين (البروتون) الناتج من تأين الأحماض فى محليلها المائية منفرداً .

أسئلة متنوعة

- **ما المقصود** بالإتزان الأيونى .

- **أكمل ما يأتى :**

يكون **المحلول** ...... عندما تكون قيمة الأس الهيدروجينى له أقل من 7 ويكون المحلول ...... عندما تكون قيمة **الأس الهيدروجينى** له أكبر من 7 .

- **وضح بالتجارب العملية كل مما يأتى :** تزداد درجة التأين بزيادة التخفيف .

- **اكتب معادلة الإتزان التى تعبر** عن تاين الماء ، ما نوع إتزان الماء ؟

مسائل على قانون أستفالد

١- إذا علمت أن ثابت التأين K_a لحمض **الهيدروسيانيك** 10^{-6} M إحسب درجة تفككه فى الحالات الآتية فى محلول تركيزه 0,01 M - فى محلول **تركيزه** 0,0001 M و ماذا تستنتج .

٢- حمض ضعيف أحادى البروتون درجة تفككه 2 % **فى محلول** حجمه 100 ml يحتوى 0,0 mol من هذا الحمض إحسب ثابت تأين الحمض .

مسائل تركيز أيون الهيدرونيوم و تركيز أيون الهيدروكسيل

١- إحسب تركيز أيون الهيدروجين فى محلول 0,1 M من حمض الخليك عند 25^0 c علماً بأن ثابت الإتزان لهذا الحمض هو $1,8 \times 10^{-5}$.

٢- إحسب تركيز أيون الهيدروكسيل لمحلول قلوى ضعيف تركيزه 0,004 M و $K_b = 2,5 \times 10^{-4}$.

٣- إحسب تركيز أيون الهيدرونيوم لمحلول حمض ضعيف تركيزه 0,02 M و $K_a = 4 \times 10^{-10}$.

٤- إحسب K_b لمحلول هيدروكسيد الأمونيوم إذا كانت درجة تفككه 10^{-3} فى محلول تركيزه 0,1 M .

مسائل على قيمة P_H ، P_{OH}

١- محلول تركيزه 0,02 M من هيدروكسيد الأمونيوم K_b له $1,8 \times 10^{-5}$ إحسب قيمة P_H له .

٢- محلول حمض الأسيتيك تركيزه 1 مول / لتر 1 M و قيمة P_H له 3 إحسب تركيز أيون الهيدرونيوم و ثابت التأين K_a له .

٣- محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0,0001 M إحسب الأس الهيدروجينى .

٤- حمض ضعيف HA تركيزه 0,1 M و رقمه الهيدروجينى له 4 إحسب ثابت التأين K_a له .

٥- محلول تركيزه 0,1 M من حمض الأسيتيك K_a له $1,8 \times 10^{-5}$ إحسب قيمة P_H .

٦- حمض ضعيف درجة تفككه 2 % و تركيزه 0,2 M إحسب قيمة P_H لهذا الحمض .

٧- محلول حمض خليك ثابت تفككه $1,8 \times 10^{-5}$ و حجمه 250 ml يحتوى على 0,005 mol إحسب :
- تركيز أيون الهيدرونيوم .
- قيمة P_H .
- قيمة P_{OH} لهذا المحلول .
- درجة تفككه .

٨- **محلول** النشادر تركيزه 0,002 M ثابت الإتزان له $1,8 \times 10^{-5}$ إحسب :
- درجة **تفكك** محلول النشادر .
- تركيز أيون الهيدروكسيل .
- قيمة P_{OH} .
- قيمة P_H لهذا المحلول .

٩- محلول حمض الهيدروسيانيك قيمة P_H له 6 و درجة تفككه 1 % إحسب :
- قيمة $[H_3O^+]$ له .
- قيمة $[OH^-]$ له
- قيمة P_{OH} .
- درجة تفكك محلول الحمض .

١٠- إذا علمت أن قيمة الحاصل الأيونى للماء هو 1×10^{-14} عند 25^0 c – **أكمل الجدول التالى :**

م	$[H^+]$	$[OH^-]$	P_H	P_{OH}	نوع المحلول
١	1×10^{-5}	....	....	....	....
٢	....	1×10^{-8}	....	....	....
٣	....	....	14	....	....
٥	....	....	....	3	....

الحمد لله اللهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و أنقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرآن ولك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و اظهرت امننا وجمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة انعمت بها علينا فى قديم و حديث او سراً و علانية أو حىّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللهم على محمد و على آله وسلم .

ثالثاً : التحلل المائى للأملاح (التميؤ) Hydrolysis

التميؤ : عكس عملية التعادل و هو ذوبان الملح فى الماء لينتج الحمض و القلوى المشتق منهما الملح .

☒ **تعتمد الخاصية الحامضية و القاعدية لمحلول الملح على قوة الحمض و القلوى الناتجين من ذوبان الملح فى الماء :**

الحمض	القلوى	الوسط	P_H	التأثير على عباد الشمس	مثال
قوى	قوى	متعادل	يساوى ٧	لا يؤثر	ملح كلوريد الصوديوم
ضعيف	ضعيف	متعادل	يساوى ٧	لا يؤثر	ملح أسيتات الأمونيوم
قوى	ضعيف	حمض	أقل من ٧	يحمر عباد الشمس	ملح كلوريد الأمونيوم
ضعيف	قوى	قاعدى	أكبر من ٧	يزرق عباد الشمس	ملح كربونات الصوديوم

أمثلة على التحلل المائى (التميؤ)

(١) تميؤ ملح كلوريد الأمونيوم (ملح مشتق من حمض قوى مع قاعدة ضعيفة) :

$$NH_4Cl \longrightarrow Cl^- + NH_4^+$$
$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

بالجمع

$$NH_4Cl + H_2O = H^+ + Cl^- + NH_4OH$$

☒ **من المعادلات السابقة نلاحظ ما يأتى :**

١) **لا يتكون** حمض هيدروكلوريك HCl لأنه إلكتروليت **قوى** تام التأين فتظل أيونات H^+ فى المحلول كما هى .

٢) **يتكون** هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH **ضعيف** التأين نتيجة إتحاد أيونات OH^- مع أيونات الأمونيوم NH_4^+ و بذلك **تتناقص** أيونات OH^- من المحلول **فيختل** الإتزان فى معادلة تفكك الماء و **تبعاً لقاعدة لوشاتلييه** :

ليعود الإتزان إلى حالته الأصلية **تتأين** جزيئات جديدة من الماء لتعويض **النقص** فى أيونات OH^- فتتراكم أيونات H^+ فى المحلول فيصبح المحلول **حمضى** " P_H له **أقل** من 7 " **لأن** تركيز أيونات H^+ **أكبر من** تركيز أيونات OH^- .

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم

⇦ **علل : المحلول المائى لملح كلوريد الأمونيوم حمضى التأثير على عباد الشمس .**

لأنه مشتق من حمض **قوى** (حمض هيدروكلوريك) و قلوى **ضعيف** (هيدروكسيد أمونيوم) فعند ذوبانه فى الماء **يتسبب فى زيادة** تركيز أيون **الهيدروجين** عن تركيز أيون **الهيدروكسيل** فيصبح المحلول **حمضى + المعادلات** .

(٢) تميؤ ملح كربونات الصوديوم (ملح مشتق من حمض ضعيف مع قاعدة قوية) :

$Na_2CO_3 \longrightarrow CO_3^{2-} + 2Na^+$

$2H_2O \rightleftharpoons 2H^+ + 2OH^-$

بالجمع $Na_2CO_3 + 2H_2O = H_2CO_3 + 2Na^+ + 2OH^-$

☒ من المعادلات السابقة نلاحظ ما يأتى :

١) **لا يتكون** هيدروكسيد صوديوم NaOH لأنه إلكتروليت **قوى** تام التأين فتظل أيونات OH^- فى المحلول كما هى .

٢) **يتكون** حمض الكربونيك H_2CO_3 **ضعيف** التأين نتيجة إتحاد أيونات H^+ مع أيونات الكربونات CO_3^{2-} و بذلك تتناقص أيونات H^+ **من المحلول فيختل** الإتزان فى معادلة تفكك الماء و **تبعاً لقاعدة لوشاتلييه** :

ليعود الإتزان إلى حالته الأصلية **تتأين جزيئات** جديدة **من** الماء لتعويض **النقص** فى أيونات H^+ فتتراكم أيونات OH^- فى المحلول فيصبح المحلول **قلوى** " P_H **له أكبر** من 7 " **لأن** تركيز أيونات OH^- **أكبر من** تركيز أيونات H^+ .

⇦ **علل : المحلول المائى لملح كربونات الصوديوم يزرق محلول عباد الشمس .**

لأنه مشتق من قلوى **قوى** (هيدروكسيد صوديوم) وحمض **ضعيف** (حمض كربونيك) فعند ذوبانه فى الماء **يتسبب فى زيادة** تركيز أيون **الهيدروكسيد عن** تركيز أيون **الهيدروجين** فيصبح المحلول **قلوى + المعادلات .**

(٣) تميؤ ملح كلوريد الصوديوم (ملح مشتق من حمض قوى مع قاعدة قوية) :

$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$

$H_2O \rightleftharpoons OH^- + H^+$

بالجمع $NaCl + H_2O = Na^+ + OH^- + H^+ + Cl^-$

☒ من المعادلات السابقة نلاحظ ما يأتى :

١) **لا يتكون** حمض الهيدروكلوريك HCl لأنه إلكتروليت **قوى** تام التأين **فتظل** أيونات H^+ الناتجة من تأين الماء كما هى فى المحلول .

٢) **لا يتكون** هيدروكسيد صوديوم NaOH لأنه إلكتروليت **قوى** تام التأين **فتظل** أيونات OH^- الناتجة من تأين الماء كما هى فى المحلول .

فيصبح المحلول **متعادل** و يكون " P_H له = 7 " لأن تركيز أيونات H^+ و تركيز أيونات OH^- الناتجين من **تأين** الماء يكون **متساو** .

من قال سبحان الله و بحمده تكتب له ألف حسنة أو تحط عنه ألف سيئة

⇦ **علل : المحلول المائى لملح كلوريد الصوديوم متعادل التأثير على محلول عباد الشمس .**

لأنه مشتق من قلوى **قوى** (هيدروكسيد صوديوم) وحمض **قوى** (حمض هيدروكلوريك) فعند ذوبانه فى الماء **يظل** تركيز أيون **الهيدروكسيد** و تركيز أيون **الهيدروجين** الناتجين من **تأين** الماء **كما هو** فيصبح المحلول **متعادل + المعادلات .**

( ) **تميؤ ملح أسيتات (خلات) الأمونيوم** (ملح مشتق من حمض ضعيف مع قلوى ضعيف)

$CH_3COONH_4 \longrightarrow CH_3COO^- + NH_4^+$
$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$
بالجمع $CH_3COONH_4 + H_2O = CH_3COOH + NH_4OH$

☒ **من المعادلات السابقة نلاحظ ما يأتى :**

١) **يتكون** حمض الأسيتيك CH_3COOH لأنه إلكتروليت **ضعيف** التأين .

٢) **يتكون** هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH لأنه إلكتروليت **ضعيف** التأين .

فيصبح المحلول **متعادل** و يكون " P_H له **=** 7 " لأن تركيز أيونات H^+ الناتجة من تأين الحمض **الضعيف** = تركيز أيونات OH^- الناتجة من تأين القاعدة **الضعيفة** .

⇦ **علل : المحلول المائى لملح أسيتات الأمونيوم متعادل التأثير على محلول عباد الشمس .**

لأنه مشتق من قلوى **ضعيف** (هيدروكسيد الأمونيوم) وحمض **ضعيف** (حمض أسيتيك) فعند ذوبانه فى الماء **يكون** تركيز أيونات **الهيدروكسيد** الناتجة من تأين القلوى **الضعيفة يكافئ** تركيز أيونات **الهيدروجين** الناتجة من تأين الحمض **الضعيف** فيصبح المحلول **متعادل + المعادلات .**

رابعاً : حاصل الإذابة

لكل ملح **صلب** حد معين للذوبان فى الماء عند درجة حرارة معينة ، و عند الوصول إلى هذا الحد تصبح المادة المذابة فى حالة **إتزان ديناميكية** مع المادة غير المذابة و يوصف المحلول حينئذ **بالمحلول المشبع** و بذلك يمكن **تطبيق قانون فعل الكتلة** على هذه الحالة من الإتزان و يعرف ثابت الإتزان فى هذه الحالة بثابت **حاصل الإذابة** K_{SP} .

درجة الذوبان : **تركيز المحلول المشبع من الملح شحيح الذوبان عند درجة حرارة معينة .**

مثال :عند إذابة بروميد الرصاص $PbBr_2$ شحيح الذوبان فى الماء :

$$PbBr_{2(s)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + 2Br^-_{(aq)}$$

ثابت الإتزان K_{SP} : $K_{SP} = \frac{[Pb^{2+}][Br^-]^2}{[PbBr_2]}$ و حيث أن تركيز $PbBr_2$ الصلب يظل ثابتاً تقريباً

فإن : $K_{SP} = [Pb^{2+}][Br^-]^2$

حاصل الإذابة (K_{Sp}) : **هو حاصل ضرب تركيز أيونات المركب شحيح الذوبان فى الماء مقدرة بالمول/لتر كل مرفوع لأس يساوى عدد مولات الأيونات التى توجد فى حالة إتزان مع محلولها المشبع**

أمثلة على حاصل الإذابة (K_{SP})

أولاً : يعطى تركيز الأيونين

- **طريقة الحل : نعوض تعويض مباشر .**

مثال : أحسب قيمة حاصل الإذابة لملح كلوريد الرصاص $PbCl_2$ شحيح الذوبان فى الماء إذا كان تركيز أيونات كلاً من Pb^{+2} و Cl^- عند الإتزان هو على الترتيب : $1,5 \times 10^{-3}$ M ، 2×10^{-5} M .

الحــل :

.... 6×10^{-13}

ثانياً : يعطى تركيز أحد الأيونين فقط

- **طريقة الحل : نحسب تركيز الأيون الثانى من خلال العلاقة بينهما فى معادلة التفكك .**

مثال : أحسب قيمة حاصل الإذابة لملح كبريتات الباريوم $BaSO_4$ شحيح الذوبان فى الماء إذا كان تركيز أيونات Ba^{+2} عند الإتزان هو 2×10^{-5} M .

الحــل :

$$BaSO_{4\,(s)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO_4^{-2}{}_{(aq)}$$

نحسب تركيز الأيون الثانى كالآتى :

SO_4^{-2}	Ba^{+2}	
1	1	
س	2×10^{-5}	⟸ س = 2×10^{-5}

$$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$K_{sp} = (2 \times 10^{-5})(2 \times 10^{-5}) = 4 \times 10^{-10}$$

مثال : أحسب حاصل الإذابة K_{SP} لملح كرومات الفضة Ag_2CrO_4 شحيح الذوبان فى الماء إذا علمت أن تركيز أيونات الفضة يساوى 2×10^{-5} M .

الحــل :

.... 2×10^{-3}

✍ **ملاحظات هامة :**

١) درجة ذوبانية الملح شحيح الذوبان بوحدة مول/لتر هى نفسها تركيز الملح .

٢) تركيز الأيون = عدد مولات الأيون من معادلة التفكك × درجة ذوبانية الملح (تركيز محلول الملح بوحدة مول/لتر) .

٣) درجة ذوبانية بوحدة مول/لتر = درجة ذوبانية بوحدة جم/لتر ÷ كتلة المول .

من قرأ الواقعة كل ليلة قبل أن ينام لقى الله عز و جل و وجهه كالقمر ليلة البدر .

ثالثاً : يعطى درجة الإذابة

- **طريقة الحل : نحسب تركيز كل أيون كالآتى :**

- تركيز الأيون الموجب = عدد مولاته من معادلة التفكك × درجة الذوبان (تركيز المحلول) .

- تركيز الأيون السالب = عدد مولاته من معادلة التفكك × درجة الذوبان (تركيز المحلول) .

مثال : إحسب حاصل الإذابة K_{sp} لملح كرومات الفضة $Ag_2Cr_2O_7$ إذا علمت أن **درجة ذوبانيته** $6,5 \times 10^{-5}$ M .

الحـــل : $Ag_2Cr_2O_7 \rightleftharpoons 2Ag^+ + Cr_2O_7^{-2}$

∵ أعطى درجة الإذابة (تركيز المحلول)

∴ نحسب تركيز كل أيون كالآتى :

- تركيز أيون Ag^+ = **عدد مولاته × درجة الإذابة** = $2 \times 6,5 \times 10^{-5} = 13 \times 10^{-5}$ **مولارى**

- تركيز أيون $Cr_2O_7^{-2}$ = **عدد مولاته × درجة الإذابة** = $1 \times 6,5 \times 10^{-5} = 6,5 \times 10^{-5}$ **مولارى**

$$K_{sp} = [Ag^+]^2 [Cr_2O_7^{-2}]$$

$$K_{sp} = (13 \times 10^{-5})^2 \times (6,5 \times 10^{-5})$$

$$K_{sp} = 1,0985 \times 10^{-13}$$

مثال : احسب **درجة ذوبانية** ملح هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$ شحيح الذوبان فى الماء إذا كان حاصل الإذابة له $K_{sp} = 2,7 \times 10^{-7}$.

الحـــل : $Al(OH)_{3\,(s)} \rightleftharpoons Al^{+3}_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)}$

∵ المطلوب درجة الذوبانية

∴ نفرض أن درجة الذوبانية = س

- تركيز أيونات Al^{+3} = 1 × س & **تركيز أيونات** OH^- = 3 × س

$$Al(OH)_3 \rightleftharpoons Al^{+3} + 3OH^-$$

$$K_{SP} = [Al^{+3}][OH^-]^3$$

$10^{-7} \times 2,7$ = [س] × [3 س]^٣

$10^{-7} \times 2,7$ = 27 س^٤

(أكمل بنفسك)

المنار فى الكيمياء للثانوية العامة
Mr.Mahmoud Ragab 0122-5448031

التقويم الرابع

السؤال الأول : اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس فيما يلى :

محلول كلوريد الحديد III يكون .... تأثيره على ورقة عباد الشمس

(حمضى – متعادل – قاعدى – لا توجد إجابة صحيحة)

٢- المحلول القاعدى التأثير على عباد الشمس هو :

(كبريتات الأمونيوم – كلوريد الصوديوم – كربونات البوتاسيوم – كبريتات الصوديوم)

٣- كل المحاليل الآتية حامضية التأثير على عباد الشمس ماعدا :

(كلوريد الأمونيوم – أسيتات الصوديوم – نترات الأمونيوم – حمض الهيدروسيانيك)

٤- قيمة p_{OH} لمحلول كلوريد الحديد III تكون :

(أكبر من 7 – تساوى 7 – أقل من 7 – يساوى 14)

٥- تزرق ورقة عباد الشمس الحمراء عند تميؤ ملح :

(أسيتات الأمونيوم – كلوريد الأمونيوم – كربونات الصوديوم – كربونات الأمونيوم)

٦- كلما زاد تخفيف الحمض بالماء زادت درجة توصيله للتيار الكهربى ما عدا حمض :

(حمض الهيدروكلوريك – حمض الأسيتيك – حمض الكربونيك – حمض الهيدروسيانيك)

٧- يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محلول حمض :

(حمض النيتروز – حمض الكبرتيك – حمض الهيدروكلوريك – حمض النيتريك)

٨- ناتج تميؤ ملح كربونات الصوديوم فى الماء هو حمض كربونيك و :

(أيونات هيدروجين و أيونات صوديوم – أيونات صوديوم و أيونات هيدروكسيد – هيدروكسيد صوديوم – أيونات كربونات و أيونات صوديوم)

٩- تحمر ورقة عباد الشمس الزرقاء عند تميؤ ملح :

(أسيتات الأمونيوم – كلوريد الأمونيوم – كربونات الصوديوم – كربونات الأمونيوم)

السؤال الثاني : أكتب المصطلح العلمى الذى يدل على العبارات التالية

١- تفاعل أيونات الملح مع الماء مكونة حمض أو قاعدة أحدهما أو كلاهما ضعيف.

٢- هو حاصل ضرب تركيز أيونات المركب الأيونى شحيح الذوبان مقدرة بالمول/ لتر و التى توجد فى حالة إتزان مع محلوله المشبع.

السؤال الثالث : أكمل ما يأتى

١- محلول كلوريد الأمونيوم له تأثير .... على ورقة عباد الشمس بينما محلول كربونات الصوديوم له تأثير ...... على ورقة عباد الشمس و قيمة الرقم الهيدروجينى p_H له ....

٢- محلول أسيتات الأمونيوم .... التأثير على صبغة عباد الشمس بينما محلول كلوريد الأمونيوم .... التأثير على صبغة عباد الشمس

السؤال الرابع : قارن بين:

الإتزان الكيميائى و الإتزان الأيونى .

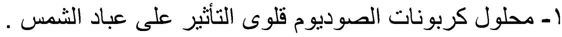
التفاعل التام و التفاعل الإنعكاسى .

السؤال الخامس : رتب المحاليل الآتية تصاعدياً حسب قيمة P_H لها علماً بأنها متساوية التركيز :

1) NaOH – NH_4Cl – NaCl – HCl – Na_2CO_3

2) NaOH – $FeCl_3$ – Na_2S – H_2O – HCl

السؤال السادس : علل لما يأتى



١- محلول كربونات الصوديوم قلوى التأثير على عباد الشمس .

٢- محلول كلوريد الأمونيوم فى الماء حمضى التأثير .

٣- محلول أسيتات الأمونيوم متعادلة التأثير على عباد الشمس .

٤- محلول كلوريد الصوديوم متعادل التأثير على عباد الشمس .

٥- محلول كلوريد الحديد III حمضى التأثير على عباد الشمس .

٦- محلول أسيتات الصوديوم قلوى التاثير .

٧- عند إذابة كبريتات حديد II فى الماء يصبح المحلول حمضى التأثير على عباد الشمس .

٨- لا يتكون حمض الهيدروكلوريك و هيدروكسيد الصوديوم عند إذابة ملح الطعام فى الماء .

مسائل على ثابت حاصل الإذابة

١- إذا كان تركيز أيونات الهيدروكسيد 10^{-8} M و تركيز أيونات الحديد III 10^{-3} M إحسب حاصل الإذابة لهيدروكسيد الحديد III .

٢- إذا كانت درجة ذوبانية كلوريد الفضة فى الماء $1,12 \times 10^{-5}$ M إحسب ثابت حاصل الإذابة K_{SP} .

٣- إحسب درجة ذوبان كبريتات الباريوم $BaSO_4$ إذا علمت أن حاصل إذابته $1,6 \times 10^{-5}$.

٤- إذا كانت درجة ذوبانية هيدروكسيد الألومنيوم فى الماء 10^{-6} M إحسب ثابت حاصل الاذابة K_{SP} .

٥- حمض ضعيف أحادى البروتون شحيح الذوبان فى الماء تركيزه 0,02 M قيمة P_H له 4 إحسب قيمة K_a له .

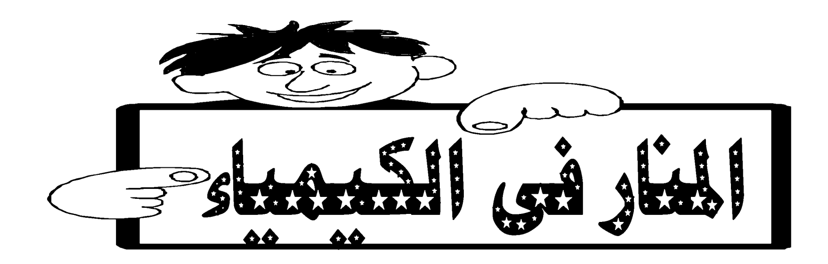
٦- مركب قلوى أحادى الهيدروكسيل شحيح الذوبان فى الماء تركيزه 0,04 M قيمة P_H له 8 إحسب قيمة K_b له .

اللهم من اعتز بك فلن يُذل ، و من اهتدى بك فلن يُضل ، و من استكثر بك فلن يُقل ، و من استقوى بك فلن يُضعف ، و من استغنى بك فلن يُفتقر ، و من استنصر بك فلن يُغلب ، و من توكل عليك فلن يُخيب ، و من جعلك ملاذاً فلن يُضيع ، و من اعتصم بك فقد هُدى إلى صراط مستقيم ، اللهم فكن لنا ولياً و نصيرا ، و كن لنا مُعيناً و مجيرا ، إنك كنت بنا بصيرا

اللهم إنى أعوذ بك من الهم و الحزن ، و أعوذ بك من العجز و الكسل ، و أعوذ بك من غلبة الدّين و قهر الرجال ، اللهم إنى أعوذ بك من الفقر إلا إليك و من الذل إلا لك و من الخوف إلا منك ، و أعوذ بك أن أقول زوراً أو أغشى فجوراً أو أكون بك مغروراً ، و أعوذ بك من شماتة الأعداء و عضال الداء و خيبة الرجاء ، اللهم إنى أعوذ بك من شر الخلق و همّ الرزق و سوء الخُلق يا أرحم الراحمين و يا رب العالمين .

الباب الرابع

الكيمياء الكهربية



قال تعالى فى حديثه القدسى

أحب ثلاثة و حبى لثلاثة اشد : أحب الغنى الكريم و حبى للفقير الكريم اشد ، أحب الفقير المتواضع و حبى للغنى المتواضع أشد ، أحب الشيخ الطائع و حبى للشاب الطائع أشد . و أبغض ثلاثة و بغضى لثلاثة اشد : أبغض الفقير البخيل و بغضى للغنى البخيل اشد ، أبغض الغنى المتكبر و بغضى للفقير المتكبر اشد ، أبغض الشاب العاصى و بغضى للشيخ العاصى أشد .

مقدمة

مرحباً بك عزيزى طالب الصف الثالث الثانوى و تهنئة من القلب على إجتيازك الصف الثانى الثانوى بنجاح و نتمنى لك كل التوفيق فى هذا العام الجديد .

مذكرة المنار مع أطيب أمنياتى بالنجاح و التوفيق .

أهم أسباب التفوق فى الشهادة الثانوية (إن شاء الله)

❶ التقوى : يجب على الطالب أن يتق الله عزو جل فى أفعاله و أقواله حتى يحصل على العلم عملا بقوله تعالى " و اتقوا الله و يعلمكم الله " لذلك يجب عليه تبعاً لذلك ترك المعاصى و التوبة إلى الله توبة نصوحا.

❷ المحافظة على الصلاة في أوقاتها خاصة صلاة الفجر .

❸ اللجوء لله بكثرة الدعاء له و التوكل عليه فى التوفيق فى المذاكرة و تحصيل العلم.

❹ تنظيم الوقت جيداً و عمل جدول أسبوعى للمذاكرة بحيث تكون هناك ساعات فى اليوم لمذاكرة الدروس الجديدة و عمل الواجبات و ساعات أخرى لمراجعة القديم ، كما يراعى فى التنظيم ان تراجع كل مادة على الأقل مرة واحدة فى الأسبوع.

❺ قبل المذاكرة اقرأ و لو صفحة واحدة من القرأن الكريم بتركيز شديد و تمعن و تدبر حتى يكون ذهنك صافياً و بعد ذلك يبدأ عقلك فى التركيز فى تحصيل العلم فقط دون تشويش من اى مؤثر خارجى .

❻ ابدأ المذاكرة بدعاء قبل المذاكرة و اختمها بدعاء بعد المذاكرة .

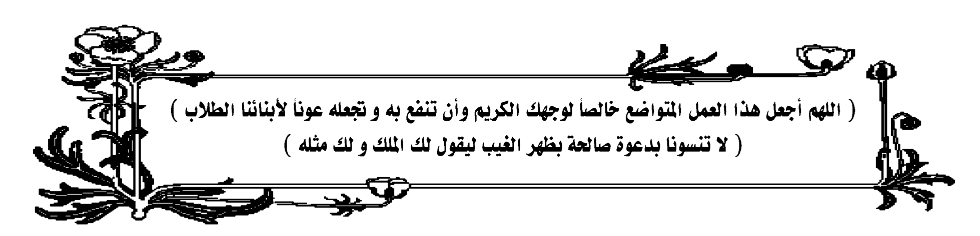
❼ أثناء المذاكرة حاول أن تستخدم عدة طرق لتثبيت المعلومات كالتالى : اقرأ الجزء الذى ستذاكره كاملاً أول مرة ثم قم بتقسيمه إلى عدة عناوين و أجزاء ثم ذاكر كل جزء على حدة بالصوت العالى مرة و بالقراءة مرة و بالكتابة مرة أخرى ثم ذاكر جميع الأجزاء معاً ثم قم بحل بعض الأسئلة على الدرس كاملاً .

🕮 دعاء قبل المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إنى أسالك فهم النبيين و حفظ المرسلين و إلهام الملائكة المقربين ، اللهم اجعل ألسنتنا عامرة بذكرك و قلوبنا بخشيتك و أسرارنا بطاعتك إنك على كل شئ قدير و حسبنا الله و نعم الوكيل " ❁

🕮 دعاء بعد المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إني أستودعك ما قرأت وما حفظت فرده علي عند حاجتي إليه يا رب العالمين " ❁



الكيمياء الكهربية :

علم يهتم بدراسة التحول المتبادل بين الطاقة الكيميائية و الطاقة الكهربية من خلال تفاعل أكسدة و إختزال .

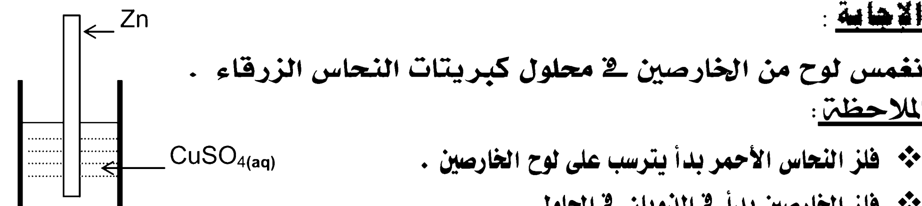
تفاعلات الأكسدة و الإختزال :

تفاعلات تنتقل فيها الإلكترونات من أحد المواد المتفاعلة إلى المادة الأخرى الداخلة معها فى التفاعل الكيميائى .

س : إشرح نشاط يوضح أحد تفاعلات الأكسدة و الإختزال .

س : وضح ماذا يحدث عند غمس ساق من الخارصين فى محلول ملح كبريتات نحاس II .

الإجابة :



نغمس لوح من الخارصين فى محلول كبريتات النحاس الزرقاء .

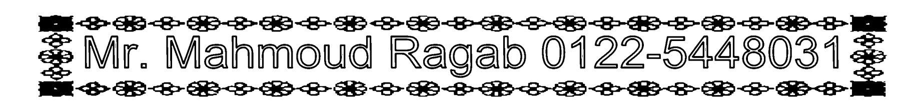
الملاحظة :

- ❖ فلز النحاس الأحمر بدأ يترسب على لوح الخارصين .
- ❖ فلز الخارصين بدأ فى الذوبان فى المحلول .
- ❖ إذا أستمر ذلك لفترة طويلة سوف ؛ يقل لون محلول كبريتات النحاس الأزرق و ربما يختفى – يزداد ذوبان لوح الخارصين .

التفسير :

ما حدث هو تفاعل أكسدة و إختزال تلقائى يعبر عنه بالمعادلات الآتية :

	عملية الأكسدة	عملية الإختزال
التعريف	هى عملية فقد الذرة لإلكترون أو أكثر ينتج عنها زيادة فى الشحنة الموجبة .	هى عملية إكتساب الذرة لإلكترون أو أكثر ينتج عنها نقص فى الشحنة الموجبة .
معادلة التفاعل	$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$
التفاعل الكلى	$Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$	



لقد نجح العلماء فى ترتيب نظام يعرف بالخلايا الجلفانية روعى فيها :

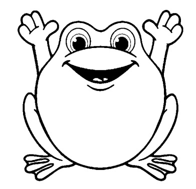
- فصل مكونات نصفى الخلية مع إتصالهما عن طريق قنطرة ملحية .
- السماح للإلكترونات بالمرور فى سلك بين نصفى الخلية و بذلك أمكن الحصول على تيار كهربى ناتج من تفاعل أكسدة و إختزال تلقائى .

الخلايا الكهروكيميائية :

هى أجهزة تستخدم فى تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية أو العكس .

أنواع الخلايا الكهروكيميائية :

	الخلايـا الجلفانيـة	الخلايـا الإلكتروليتيـة = التحليليـة
تحويل الطاقة	تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية من خلال تفاعلات أكسدة و إختزال تلقائية . أو : خلايا يمكن الحصول منها على تيار كهربى نتيجة حدوث تفاعل أكسدة و إختزال تلقائى	تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية من خلال تفاعلات أكسدة و إختزال غير تلقائية . أو : خلايا تستخدم فيها طاقة كهربية من مصدر خارجى لإحداث تفاعل أكسدة و إختزال غير تلقائى .
الأنود (مصعد)	القطب السالب الذى تحدث عنده أكسدة	القطب الموجب الذى يحدث عنده أكسدة
الكاثود (مهبط)	القطب الموجب الذى يحدث عنده إختزال	القطب السالب الذى يحدث عنده إختزال
نوع الخليـة	خلايا إنعكاسية أو غير إنعكاسية	خلايا غير إنعكاسية



أولاً : الخلايـا الجلفانيـة

☒ مكونات الخلايا الجلفانية :

١ـ الآنود (المصعد) .

٢ـ الكاثود (المهبط) .

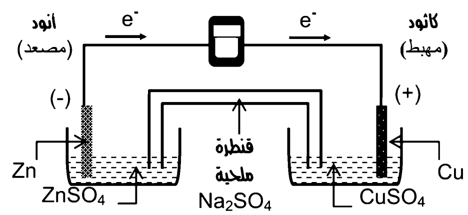
٣ـ القنطرة الملحية .

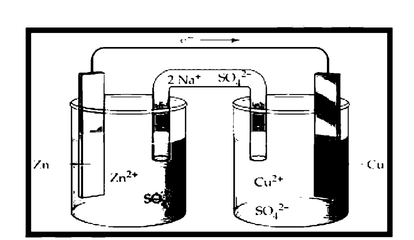
خليـــة دانيـــال (مثـــال تطبيقـــى للخلايـــا الجلفانيـــة)

١- **نصف خلية النحاس** : وعاء زجاج به قطب نحاس مغموس فى محلول كبريتات النحاس (إلكتروليت)

٢- **نصف خلية الخارصين** : وعاء زجاج به قطب خارصين مغموس فى محلول كبريتات الخارصين (إلكتروليت) .

٣- **القنطرة الملحية** : أنبوبة زجاجية على شكل حرف U بها محلول إلكتروليتى (كبريتات الصوديوم Na_2SO_4) .





التشغيـل و التفاعـلات :

١- يحدث تفاعل أكسدة لقطب **الخارصين** فى **نصف خلية** الخارصين .

- **تفاعل الأنود** : $Zn^0 \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$

٢- تنتقل الإلكترونات عبر السلك إلى نصف خلية النحاس **لتختزل أيونات النحاس** .

- **تفاعل الكاثود** : $Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu^0$
- **التفاعل الكلى** : $Zn^0 + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu^0$

٣- نتيجـة لإنتقـال الإلكترونـات **مـن** الخارصـين **إلـى** النحـاس يتكـون تيـار **كهربـى** و ينحـرف مؤشـر الجلفانومتر .

٤- بعد فترة **يتآكل** قطب الخارصين (نتيجة عملية الأكسدة) و **تتشبع** خلية الخارصين **بكاتيونات الخارصين** (Zn^{2+}) و **تنضب** أيونات النحاس (نتيجة عملية الإختزال) و **تتشبع** خلية النحاس **بأنيونات الكبريتات** (SO_4^{2-}) **فينقطع التيار** .

علل : الأنود هو القطب السالب فى الخلية الجلفانية.

جـ : لأنه تحدث عنده عملية أكسدة فيكون مصدر للإلكترونات .

القنطرة الملحية :

أنبوبة على شكل حرف (U) بها محلول إلكتروليتى (كبريتات الصوديوم Na_2SO_4) بحيث لا تتفاعل أيوناته مع أيونات محلولى نصفى الخلية و لا مواد الأقطاب .

من قرأ الواقعة كل ليلة قبل أن ينام لقى الله عز و جل و وجهه كالقمر ليلة البدر

أهمية القنطرة الملحية :

١ـ التوصيل بين محلولى نصفى الخلية بطريقة غير مباشرة .

٢ـ تقوم بمعادلة الأيونات الموجبة و السالبة الزائدة التى تتكون فى محلولى نصف الخلية .

ماذا يحدث : عند غياب القنطرة الملحية فى الخلية الجلفانية ؟

جـ : يؤدى إلى توقف تفاعل الأكسدة و الإختزال و بالتالى يتوقف مرور التيار الكهربى فى السلك الخارجى الموصل بين نصفى الخلية .

س : متى يتوقف مرور التيار الكهربى فى خلية دانيال رغم وجود القنطرة الملحية ؟

جـ : يتوقف مرور التيار الكهربى عندما :

١ـ **يذوب** كل فلز **الخارصين** فى نصف خلية الخارصين .

٢ـ **تنضب أيونات** النحاس بسبب ترسبها على هيئة ذرات نحاس Cu^0 فى نصف خلية النحاس .

كتابة الرمز الإصطلاحى للخلية : (عملية الإختزال // عملية الأكسدة)

(يمثل الخط الرأسى المزدوج " // " الحد الفاصل بين محلولى نصفى الخلية أى **القنطرة الملحية**)

الرمـز الإصطلاحـى لخلية دانيال : $Zn | Zn^{2+}_{(XM)} || Cu^{2+}_{(XM)} | Cu$

التقويم الأول

السؤال الأول : اذكر المفهوم العلمى :

١) أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية من خلال **تفاعل** أكسدة و إختزال **تلقائى غير** إنعكاسى .

٢) أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل **أكسدة و إختزال تلقائى** إنعكاسى .

٣) أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية خلال تفاعل أكسدة و إختزال بشكل **غير** تلقائى .

٤) خلايا تستخدم فيها الطاقة من مصدر خارجى لإحداث تفاعل أكسدة – إختزال **غير** تلقائى .

٥) القطب الذى تحدث عنده عملية الإختزال فى الخلايا الكهروكيميائية .

٦) القطب الذى تحدث عنده عملية الأكسدة فى الخلايا الجلفانية .

السؤال الثانى : اذكر السبب العلمى

١) الأنود فى الخلايا الجلفانية هو القطب السالب .

٢) وجود قنطرة ملحية في الخلية الجلفانية.

٣) يتوقف تولد التيار الكهربى الصادر من الخلية الجلفانية عند رفع القنطرة الملحية .

٤) لعمل خلية جلفانية لابد أن يكون القطبان مختلفان .

السؤال الثالث : اشرح تجربة توضح بها مفهوم تفاعل الأكسدة و الإختزال .

السؤال الرابع : أذكر دور أو وظيفة كل من القنطرة الملحية فى خلية دانيال .

السؤال الخامس : أكتب التفاعلات الآتية :

- التفاعل عند المهبط فى خلية دانيال .
- التفاعلات التى تحدث عند غمس ساق من الخارصين فى محلول كبريتات النحاس .

السؤال السادس : قارن بين

١)الخلية **الجلفانية** و الخلية الإلكتروليتية .

٢) الأنود و **الكاثود** .

السؤال السابع : اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس

١- فى الخلية الجلفانية يكون الأنود هو : (القطب السالب الذى تحدث عنده عملية الأكسدة – القطب السالب الذى تحدث عنده عملية الإختزال – القطب الموجب الذى تحدث عنده عملية الأكسدة)

السؤال الثامن : اكتب الرمز الإصطلاحى للخلايا الجلفانية المعبر عنها بالتفاعلات الآتية :

١- $Zn + 2\,Ag^{+} \longrightarrow Zn^{+2} + 2\,Ag$

٢- $Cl_2 + 2\,Br^{-} \longrightarrow Br_2 + 2\,Cl^{-}$

السؤال التاسع : اكتب المعادلات المتزنة الممثلة بالرموز الإصطلاحية التالية :

١- $Cu\ /\ Cu^{++}\ //\ Cl_2\ /\ 2Cl^{-}$

٢- $3Ag\ /\ 3Ag^{+}\ //\ Au^{3+}\ /\ Au$

قطب الهيدروجين القياسى S.H.E

قطب قياسى ذو جهد ثابت و معلوم (يساوى صفر) يستخدم فى قياس جهود الأقطاب الأخرى .

الإستخدام : قياس جهود الأقطاب الأخرى المجهولة بمعلومية جهده الذى يساوى صفرا .

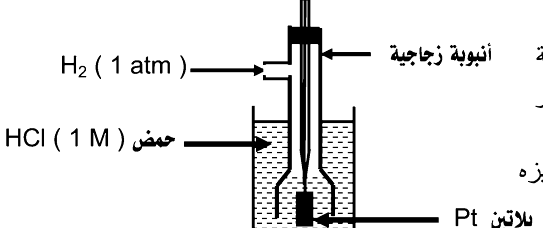
س : وضح كيف يمكنك إستخدام قطب الهيدروجين القياسى فى قياس قطب غير معلوم ؟

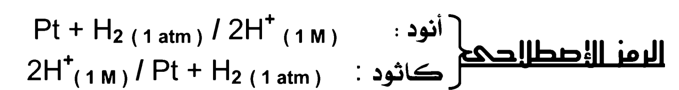
١- نكون خلية جلفانية من قطبين أحداهما القطب المراد قياس جهده و الثانى قطب الهيدروجين القياسى .

٢- نقوم بقياس القوة الدافعة الكهربية للخلية (جهد الخلية) و منها يمكن حساب جهد القطب غير المعلوم .

التركيب :

صفيحة من البلاتين (1 سم^2) مغطاه بطبقة إسفنجية من البلاتين الأسود يمرر عليها تيار من غاز الهيدروجين تحت ضغط ثابت (1 ضغط جوى) مغمورة فى محلول تركيزه (1 M) من أى حمض قوى .





أنود : $Pt + H_{2\,(1\,atm)} / 2H^{+}_{(1\,M)}$

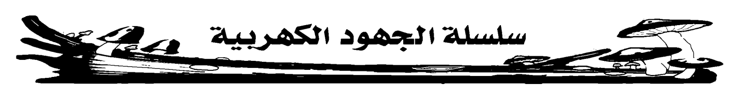
كاثود : $2H^{+}_{(1\,M)} / Pt + H_{2\,(1\,atm)}$

س : ماذا يحدث إذا تغير تركيز أيون الهيدروجين فى المحلول عن 1M أو تغير الضغط الجزئى للغاز عن 1 atm ؟

جـ : يتغير جهد قطب الهيدروجين عن الصفر و **لا يصلح** إستخدامه لقياس جهود أقطاب مجهولة .

س علل : أحياناً تتغير قيمة جهد قطب الهيدروجين القياسى عن الصفر .

جـ : بسبب **تغير** تركيز أيون الهيدروجين فى المحلول عن 1 M **أو** تغير ضغط الغاز عن 1 atm **أو** تغير **كلاهما** .



ترتيب العناصر تنازلياً حسب : جهود الإختزال السالبة أو جهود الأكسدة الموجبة .

.. نلاحظ أن :

أولاً : تقع أكبر القيم السالبة لجهود الإختزال فى أعلى السلسلة و أكبر القيم الموجبة لجهود الإختزال فى أسفل السلسلة .

ثانياً : العناصر التى تقع فى قمة السلسلة (ذات جهود الإختزال السالبة) تتميز بأنها :

A- **الأكثر** نشاطاً .

B- عوامل **مختزلة** قوية (لأنها **تتأكسد** و **تفقد** إلكتروناتها بسهولة عند تفاعلها مع **أيونات** العناصر التى تليها) .

C- تمثل **الآنود** فى الخلية الجلفانية إذا وصلت مع عناصر تقع تحتها فى السلسلة .

ثالثاً : العناصر التى تقع فى نهاية السلسلة (ذات جهود الإختزال الموجبة) تتميز بأنها :

A- **الأقل** نشاطاً .

B- عوامل **مؤكسدة** قوية (لأنها **تختزل** و **تكتسب** الإلكترونات بسهولة عند تفاعلها مع **العناصر** التى تسبقها) .

C- تمثل **الكاثود** فى الخلية الجلفانية إذا وصلت مع عناصر تقع أعلاها فى السلسلة .

رابعاً :العناصر المتقدمة فى السلسلة تحل محل العناصر التى تليها فى محاليل أملاحها .

$$Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$$

س علل : الخارصين يحل محل النحاس فى محاليل أحد أملاحه بينما لا يحدث العكس .

جـ : لأن الخارصين **يسبق** النحاس فى متسلسلة الجهود الكهربية للعناصر .

س علل : لا تحفظ نترات الفضة فى أوانى من الحديد.

جـ : لأن الحديد **يسبق** الفضة فى متسلسلة الجهود الكهربية فيحل محله و يتآكل الإناء .

خامساً : كلما زاد البعد فى الترتيب بين العنصرين كلما زادت قدرة العنصر المتقدم على طرد العنصر المتأخر من مركباته .

س علل : تزداد قدره عنصر الصوديوم على الإحلال محل هيدروجين حمض الهيدروكلوريك عن قدرة عنصر الألومنيوم .

جـ : لأن الصوديوم **يسبق** الألومنيوم فى سلسلة الجهود الكهربية و **كلما** زاد البعد فى الترتيب بين العنصرين كلما زادت قدرة العنصر المتقدم على الإحلال .

سادساً : جميع العناصر التى تقع فوق الهيدروجين فى سلسلة الجهود الكهربية تحل محل أيونات الهيدروجين فى المحاليل الحمضية و يتصاعد غاز الهيدروجين .

$$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2$$

سابعاً : جميع العناصر التى تلى الهيدروجين فى سلسلة الجهود الكهربية لا تحل محل أيونات الهيدروجين فى المحاليل الحمضية .

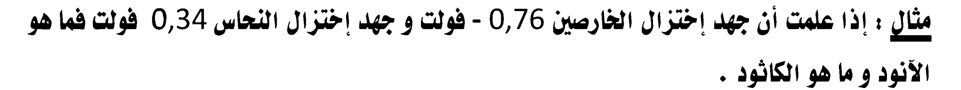
ملاحظات هامة جداً

- جهد الإختزال القياسى للفلز (E^o) = جهد الأكسدة القياسى (E^o) له و لكن بإشارة مخالفة .

مثال : جهد إختزال الخارصين = 0,76 - فولت فيكون : جهد أكسدته = 0,76 فولت .

- الآنود هو القطب الأعلى فى جهد الأكسدة (الأقل فى جهد الإختزال) .

- الكاثود هو القطب الأعلى فى جهد الإختزال (الأقل فى جهد الأكسدة) .



مثال : إذا علمت أن جهد إختزال الخارصين 0,76 - فولت و جهد إختزال النحاس 0,34 فولت فما هو الآنود و ما هو الكاثود .

جـ : الخارصين هو الآنود و النحاس هو الكاثود .

- الآنود هو (العامل المختزل & يحدث عنده عملية الأكسدة & العنصر الأكثر نشاطاً) .

- الكاثود هو (العامل .... & يحدث عنده عملية .... & العنصر .... نشاطاً) .

- إتجاه التيار الكهربى من الآنود إلى الكاثود فى السلك و من الكاثود إلى الآنود فى المحلول .

- العنصر الذى له جهد أكسدة بقيمة موجبة هو الذى يمكن أن يحل محل الهيدروجين .

- **جهد أكسدة قطب الهيدروجين = جهد إختزاله = صفر .**

قوانيـن هامـة

ق . د . ك emf أو E_{cell} **(للخلية الكهروكيميائية) = جهد تأكسد الأنود + جهد إختزال الكاثـــود**

= فرق جهدى الأكسدة (جهد أكسدة الأنـود – جهد أكسدة الكاثود)

= فرق جهدى الإختزال (جهد إختزال الكاثود – جهد إختزال الآنـود)

- **إذا كانت قيمة ق. د.ك للخلية موجبة يكون :**

١- التفاعل تلقائي . ٢- ينتج عنها تيار كهربى . ٣- الخلية تكون جلفانية .

- **إذا كانت قيمة ق. د.ك للخلية سالبة يكون :**

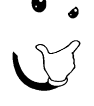
١- التفاعل غير تلقائي . ٢- لا ينتج عنها تيار كهربى . ٣- الخلية تكون تحليلية .

س علل : يمكن التعرف على نوع الخلية تحليلية أو جلفانية من قيمة القوة الدافعة الكهربية لها.

جـ : لأنه إذا كانت قيمة ق.د .ك :

١- **موجبة** كانت الخلية **جلفانية** لأنها تنتج تيار كهربياً .

٢- **سالبة** كانت الخلية **تحليلية** تحتاج إلى مصدر خارجى للتيار الكهربى .



مثال (١) [مايو ٢٠٠٠] :

عنصران (A) , (B) جهدى تأكسدهما (0,4) ، (0,6 -) فولت على الترتيب و كل منهما ثنائى التكافؤ ما هو الرمز الإصطلاحى للخلية التى يمكن أن تتكون منهما ؟ ثم احسب القوة الدافعة الكهربية لهذه الخلية و هل يصدر عنها تيار كهربى أم لا ؟ و لماذا ؟

الحـل

الرمـز الإصطلاحـى : $A / A^{+2} \ // \ B^{+2} / B$

emf أو E_{cell} = جهد تأكسد الأنود (A) – جهد تأكسد الكاثود (B)

⇨ emf أو E_{cell} = 0,4 – (- 0,6) = 1 V

و يصدر عن هذه الخلية تيار كهربى لأن قيمة [ق.د.ك] موجبة فيكون التفاعل تلقائى

س علل : لا يحدث هذا التفاعل تلقائياً $Zn^{+2} + Cu \longrightarrow Cu^{+2} + Zn$ **علماً بأن جهود الأكسدة القياسية للخارصين و النحاس** 0,67 ، 0,34 – **فولت على الترتيب .**

اللهم إنى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة و المسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و الفسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم و البكم و الجذام و الحذام و سيئ الأسقام .

مثال (٢) :

أكتب التفاعلات التى تحدث عند الأقطاب **و** التفاعل الكلى **و** الرمز الإصطلاحى لخلية جلفانية مكونه من Sn^{+2} / Sn و قطب Ag^{+} / Ag **ثم** إحسب ق.د.ك لها **إذا علمت أن جهد الإختزال** القياسى لكل من القصدير و الفضة على التوالى هو 0,14 V **و** 0,8 V على الترتيب .

الحل :

القطب الأعلى فى جهد الإختزال هو الكاثود لذلك يكون الكاثود هو الفضة و الآنود هو القصدير .

التفاعل عند الآنود : $Sn \longrightarrow Sn^{+2} + 2e^{-}$

التفاعل عند الكاثود : $2 Ag^{+} + 2e^{-} \longrightarrow 2 Ag$

التفاعل الكلى بالجمع : $Sn + 2 Ag^{+} \longrightarrow Sn^{+2} + 2 Ag$

الرمز الإصطلاحى : $Sn / Sn^{+2} \quad // \quad 2Ag^{+} / 2Ag$

emf أو E_{cell} = **فرق جهدى الإختزال (جهد إختزال الكاثود – جهد إختزال الأنود)**

⇨ E_{cell} أو emf = 0,8 – (-0,14) = 0,94 V

التقويم الثانى

السؤال الأول : اختر الإجابة الصحيحة

١- يحل الماغنسيوم تلقائياً محل الرصاص فى محاليل **مركباته** مما يدل على أن جهد **إختزال** الرصاص .... من جهد إختزال الماغنسيوم .

أ- أكبر من　　ب- أصغر من　　جـ- يساوى　　د- لا توجد إجابة صحيحة

٢- القطب الذى تحدث عنده عملية **الإختزال** فى الخلايا الكهربية :

أ- القطب الموجب فى الخلية الكتروليتية .　　ب- القطب السالب **فى** الخلية الجلفانية .

جـ- القطب السالب فى الخلية التحليلية .　　د- أ ، ب معاً .

٣- القطب **السالب** فى خلية دانيال :

أ- الخارصين　　ب- النحاس　　جـ- الرصاص　　د- الكادميوم

٤- أفضل العوامل **المختزلة** من الأنواع الآتية :

أ- $2H^{+} / H_2$　　ب- Ag / Ag^{+} (- 0,8 V)

جـ- Al^{+3} / Al (- 1,76 V)　　د - Au^{+3} / Au (1,42 V)

٥- أفضل العوامل **المؤكسدة** من الأنواع الآتية :

أ- $H_2 / 2H^{+}$　　ب- SO_4^{-2} / SO_2 (- 2 V)

جـ- $2Cl^{-} / Cl_2$ (- 1,36 V)　　د - $Br_2 / 2Br^{-}$ (1,65 V)

من قال سبحان الله و بحمده تكتب له الف حسنة أو تحط عنه الف سيئة

٦- أفضل العوامل **المختزلة** من الأنواع الآتية :

أ - Sn^{+2} / Sn (- 0,14 V)　　　ب- Cl^{-} / Cl (- 1,36 V)

جـ- Cu / Cu^{+2} (- 0,34 V)　　　د - Fe^{+2} / Fe (- 0,44 V)

السؤال الثاني : أذكر المفهوم العلمى

١) مجموع جهدى الأكسدة و الإختزال لنصفى خلية جلفانية .

٢) ترتيب الجهود القياسية للعناصر ترتيبا تنازليا بالنسبة لجهود الإختزال السالبة و تصاعدياً بالنسبة لجهود الإختزال الموجبة بحيث تكون أكبر القيم السالبة فى أعلى السلسة و أكبر القيم الموجبة فى أسفلها

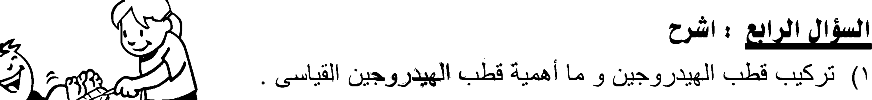
٣) صفيحة من البلاتين مغطاة بطبقة إسفنجية من البلاتين الأسود يمرر عليها تيار من غاز الهيدروجين تحت ضغط 1atm و مغمور فى محلول تركيزه يساوى 1M من حمض قوى و جهده يساوى صفر .

السؤال الثالث : أذكر السبب العلمى

١) قد تتغير قيمة جهد الهيدروجين عن الصفر .

٢) عناصر مقدمة المتسلسلة عوامل مختزلة قوية بينما عناصر مؤخرة المتسلسلة عوامل مؤكسدة .

٣) لا يحفظ محلول كبريتات النحاس فى أوان من الحديد .



السؤال الرابع : اشرح

١) تركيب قطب الهيدروجين و ما أهمية قطب الهيدروجين القياسى .

٢) اكتب الرمز الإصطلاحى لقطب الهيدروجين فى حالة كونه كاثود .

٣) اكتب الرمز الإصطلاحى لقطب الهيدروجين فى حالة كونه أنود .

مسائل

تدريب ١ :

أكتب الرمز الإصطلاحى للخلية الجلفانية التى يحدث بها التفاعل الآتى :

$Ni^{+2} + Fe \longrightarrow Ni + Fe^{+2}$　　　$Zn + 2Ag^{+} \longrightarrow Zn^{+2} + 2Ag$

تدريب ٢ :

من الرمز الإصطلاحى التالى : $M / M^{2+} // 2H^{+} / H_2 + Pt$ (حيث M فلز)

- ما هو العامل المؤكسد و ما هو العامل المختزل .
- إذا كان جهد هذه الخلية هو 0,76 V فما هو جهد إختزال العنصر M .

تدريب ٣ :

إحسب القوة الدافعة الكهربية للتفاعل الآتى و هل هذا التفاعل تلقائى ؟ و لماذا ؟

$$Zn^{++} + Cu \longrightarrow Zn + Cu^{++}$$

إذا كانت قيمة جهدى **الإختزال** للخارصين و النحاس على الترتيب هى 0,76 V - ، 0,34 V .

كلمات الفرج

لا إله إلا الله الحليم الكريم ، لا إله إلا الله العلّى العظيم ، لا إله إلا الله رب السماوات السبع و رب العرش العظيم

تدريب ٤ :

أكتب الرمز الإصطلاحى للخلية الجلفانية $2H^+ + Cu \longrightarrow H_2 + Cu^{++}$ علماً بأن جهد تأكسد النحاس هو V 0,34 - ، مبيناً العامل المؤكسد **و** العامل المختزل **و** قيمة القوة الدافعة الكهربية للخلية .

تدريب ٥ :

إذا علمت أن الكادميوم يسبق النيكل فى متسلسلة النشاط الكهربى و أن ق . د . ك للخلية المكونة منهما **= 0,15 V** فإذا علمت أن جهد أكسدة الكادميوم يساوى V 0, 4 فولت إحسب جهد أكسدة النيكل .

تدريب ٦ :

رتب الأصناف **التالية ترتيباً** تصاعدياً **كعوامل مختزلة** :

١- Zn^{+2} **/ Zn (-** 0,762 volt)

٢- Mg **/ Mg**$^{+2}$ (2,375 volt)

٣- $2Cl^-$ / Cl_2 (- 1,36 volt)

٤- K^+ / K (- 2,924 volt)

تدريب ٧ :

خلية جلفانية تتكون من نصفين أحدهما قطب **الألومنيوم مغمور** فى محلول من كاتيونات Al^{+3} والأخر قطب النيكل مغمور جزئيا فى محلول من كاتيونات Ni^{2+} **فإذا** علمت أن جهد إختزال Al^{+3}/ Al هو - 1,67 V و جهد إختزال Ni^{+2}/ Ni هو V 0,23 - **أجب عما يلى :**

١- ارسم شكلا تخطيطياً للخلية موضحاً عليه كل من الآنود و **الكاثود .**

٢**-** حدد إتجاه حركة الإلكترونات فى السلك . (إتجاه مرور التيار **الكهربى)**

٣- أكتب معادلة تفاعل الآنود .

٤- أكتب معادلة تفاعل الكاثود .

٥- أكتب معادلة التفاعل الكلى للخلية .

٦- إحسب القوة الدافعة الكهربية .

٧- أكتب الرمز الإصطلاحى للخلية .

٨- وضح العامل المؤكسد و العامل المختزل .

تدريب ٨ : اكتب معادلات متزنة تعبر عن الرمز الإصطلاحى التالى : $Cu / Cu^{++} // Cl_2 / 2Cl^-$

تدريب ٩ :

إذا علمت أن الجهود القياسية لكل من Zn / Zn^{+2} هو V 0,67 و جهد Ni / Ni^{+2} هو V 0,23 و Cu / Cu^{+2} هو V 0,34 - :

١- رتب العناصر السابقة **تصاعدياً** حسب نشاطها الكيميائى .

٢- **أيهم** : أفضل عامل **مؤكسد (** يقوم بإختزال أيونات العناصر الأخرى) .

٣- **أفضل** خلية جلفانية تتكون من قطب .... و قطب ....

تدريب ١٠ :

إذا علمت أن خلية جلفانية مكونة من قطب الفضة و جهده القياسى Ag^+/Ag هو 0,8 V و قطب القصدير و جهده القياسى Sn^{+2}/Sn هو 0,14 V - **أجب عما يلى** :

١) ارسم شكلاً تخطيطياً للخلية موضحاً عليه كل من الأنود و الكاثود .
٢) **اكتب** : التفاعلات عند كل من الآنود و الكاثود – الرمز الإصطلاحى للخلية .
٣) احسب ق.د.ك للخلية .
٤) **حدد** : العامل المختزل و العامل المؤكسد – إتجاه إنتقال الإلكترونات فى الدائرة الخارجية .
٥) أى قطب يقل وزنه و أيهما يزداد وزنه عندما تعطى هذه الخلية تياراً كهربائياً .
٦) أى عنصر تحل محل الهيدروجين فى الأحماض .
٧) أى عنصر يكون قطب موجب عندما يتصل بقطب الهيدروجين القياسى .
٨) أكتب الرمز الإصطلاحى للخلية المكونة من قطب الهيدروجين و أحد هذه الأقطاب و احسب ق.د.ك للخلية .

تدريب ١١ :

هل هذا التفاعل يحدث تلقائى أم لا $2Au + 6H^+ \longrightarrow 2Au^{+3} + 3H_2$ (جهد Au^{+3}/Au 1,42 V)

تدريب ١٢ : أحسب فرق الجهد الناتج بالفولت لكل من التفاعلات الآتية :

$1\text{-}\ Mg + Cl_2 \longrightarrow Mg^{+2} + 2Cl^-$

$2\text{-}\ Cl_2 + 2Br^- \longrightarrow Br_2 + 2Cl^-$

إذا علمت أن جهد إختزال Mg هو 2,363 V - و جهدإختزال Br هو 1,65 V و جهد أكسدة Cl هو - 1,36 V .

تدريب ١٣ : أحسب ق.د.ك للخلية و الرمز الإصطلاحى للخلية الجلفانية التى يمثلها التفاعل التالى :

$2Fe^{+2}_{(aq)} + I_{2\,(s)} \longrightarrow 2Fe^{+3}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)}$ علماً بأن :

$2Fe^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Fe^{+3}_{(aq)} + e^-\quad ,\ E_o = -0,77$

$2I^-_{(aq)} \longrightarrow I_2 + 2e^-\quad ,\ E_o = -0,5$

تدريب ١٤ : أكتب الرمز الإصطلاحى للخلية الجلفانية الآتية موضحاً العامل المؤكسد علماً بأن **جهد** تأكسد الخارصين هو 0,76 V . $Zn + 2H^+ \longrightarrow H_2 + Zn^{2+}$

تدريب ١٥ :

خلية جلفانية تتكون من قطب نحاس و آخر فضة فإذا علمت أن جهود الإختزال القياسية للقطبين هى 0,34 V و 0,8 V على الترتيب احسب ق. د. ك لهذه الخلية ثم اكتب معادلات التفاعل التلقائى عند كل من الأنود و الكاثود .

اللهم إنك تعلم أنى عرفتك على مبلغ إمكانى ، فاغفر لى فإن معرفتى إياك و سيلتى إليك

تدريب ١٦ :

وضح ماذا يحدث عند وضع قطعة من الخارصين فى محلول كبريتات النحاس لفترة طويلة مع كتابة معادلة التفاعل .

أنواع الخلايا الجلفانية :

١- خلايا أولية .

٢- خلايا ثانوية .

أولاً : الخلايا الأولية

هى أنظمة تخزن الطاقة فى صورة طاقة كيميائية يمكن تحويلها عند اللزوم إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل أكسدة و إختزال تلقائى غير إنعكاسى .

☒ مميزات الخلايا الأولية :

١- صغيرة الحجم جهدها ثابت لمدة طويلة أثناء تشغيلها .

٢- تعرف باسم **البطاريات الجافة** لأنها توجد فى صورة جافة و ليست سائلة .

عيوب الخلايا الأولية :

١- تتوقف عن العمل عندما تستهلك مادة **الآنود أو** تنضب أيونات نصف خلية الكاثود .

٢- خلايا **غير** إنعكاسية **لأنه** لا يسهل عملياً بل ربما **يستحيل** إعادة شحنها **لأن** التفاعلات التى تحدث داخلها تفاعلات **غير انعكاسية** مما يقلل قيمتها الإقتصادية .

☒ **أمثلتها** : ١- خلية **الوقود** . ٢- خلية **الزئبق** .

١) خلية الوقود Fuel Cell

من المعروف أن الهيدروجين يحترق فى الهواء بعنف و ينتج عن عملية الإحتراق **ضوء** و حرارة :

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + Energy$$

و قد تمكن العلماء من إجراء هذا **التفاعل تحت** ظروف يمكن التحكم فيها داخل ما يعرف بخلية الوقود .

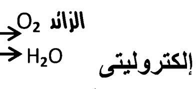
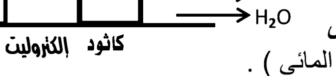
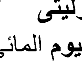
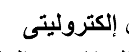
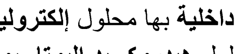
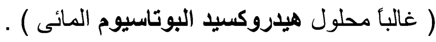
☒ تركيب خلايا الوقود :

١- قطبين كلاً منهما على هيئة وعاء مجوف يتم تبطينه **بطبقة من الكربون المسامى** .

- أهمية طبقة الكربون المسامى :

تسمح بالإتصال بين الحجرة الداخلية و الإلكتروليت الموجود بها .

٢- حجرة **داخلية** بها محلول **إلكتروليتى** (غالباً محلول **هيدروكسيد البوتاسيوم** المائى) .

Mr. Mahmoud Ragab Ramadan 0122-5448031

☒ **خصائص خلايا الوقود :**

١- **لا تستهلك** كباقى الخلايا الجلفانية (**علل**) لأنه يتم تزويدها بالوقود من مصدر خارجى .

٢- الماء الناتج عنها يكون دائماً على صورة **بخار** (**علل**)لأنها تعمل عند درجة حرارة عالية .

٣- **لا تختزن** الطاقة داخلها (**علل**) لأن عملها يعتمد على **تزويدها** بالوقود **بإستمرار** و **سحب** المواد الناتجة منها أيضاً **بإستمرار** .

٤- لها أهمية بالغة فى مركبات الفضاء (**علل**) لأن : الوقود المستخدم فى تشغيلها هو نفس الوقود المستخدم فى تشغيل مركبات الفضاء – يستخدم **بخار الماء** الناتج منها بعد تكثيفه كماء للشرب فى الفضاء

☒ **ق. د. ك :** 1,23 V .

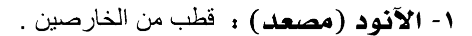
☒ **التفاعلات التى تحدث داخل خلية الوقود :**

- **تفاعل الأنود :** $2H_2 + 4OH^- \longrightarrow 4H_2O + 4e^-$, $E^o = 0,83$ V

- **تفاعل الكاثود :** $O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$, $E^o = 0,4$ V

- **التفاعل الكلى :** $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$, $E = 1,23$ V

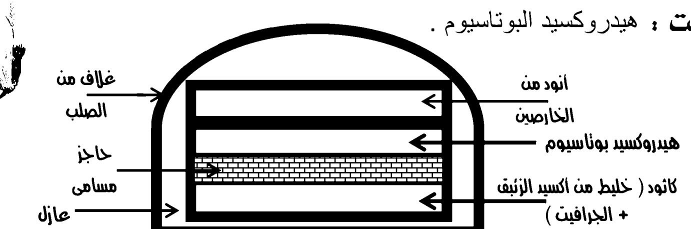
٢) خلية الزئبق Mercury Cell



١- **الآنود (مصعد) :** قطب من الخارصين .

٢- **الكاثود (موجب) :** أكسيد الزئبق .

٣- **الإلكتروليت :** هيدروكسيد البوتاسيوم .



٤- **ق. د. ك :** 1,35 V .

٥- **التفاعل الكلى :** $Zn^0 + HgO \longrightarrow ZnO + Hg^0$

٦- **الرمز الإصطلاحى :** $Zn^0 / Zn^{+2} // Hg^{+2} / Hg^0$

٧- **الشكل :** اسطوانى أو على هيئة قرص .

٨- **الإستخدام :** سماعات الأذن – آلات التصوير – الساعات الصغيرة (**علل**) لصغر حجمها .

لابد من التخلص من خلية الزئبق بطريقة أمنة (علل) لاحتوائها على الزئبق و هو مادة سامة .

وجه المقارنة	خلية الوقود	خلية الزئبق
نوع الخلية	خلية أولية	خلية أولية
القطب السالب (الآنود)	وعاء مجوف يتم تبطينه بطبقة من الكربون المسامى	الخارصين Zn
القطب الموجب (الكاثود)		أكسيد الزئبق (HgO)
الإلكتروليت	محلول هيدروكسيد بوتاسيوم مائى	محلول هيدروكسيد البوتاسيوم
التفاعل الكلى	$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$	$Zn + HgO \rightarrow ZnO + Hg$
الرمز الاصطلاحى	$2H_2 / 4H^+ // O_2 / 2O^{-2}$	$Zn / Zn^{+2} // Hg^{+2} / Hg$
ق.د.ك	1,23 V	1,35 V

ثانياً : الخلايا الثانوية

هى خلايا يم فيها تخزين الطاقة الكهربية على هيئة طاقة كيميائية يمكن تحويلها مرة أخرى إلى طاقة كهربية من خلال تفاعلات أكسدة و إختزال تلقائية إنعكاسية .

☒ **مميزات الخلايا الثانوية :**

- تفاعلاتها الكيميائية تفاعلات **إنعكاسية** لذا يمكن إعادة شحنها **(** بتوصيل أقطابها بمصدر تيار خارجى لتعود مكوناتها إلى حالتها الأصلية مما يسمح بإستخدامها مرة أخرى **)** .

☒ **أمثلتها** : ١- **بطارية** أيون الليثيوم الجافة .

٢- **بطارية** الرصاص الحامضية " بطارية السيارة = المركم "

١) بطارية أيون الليثيوم الجافة

☒ **تركيبها :**

غلاف معدنى يحتوى داخله على ثلاثة رقائق ملفوفة بشكل حلزونى (الإلكترود الموجب – الإلكترود السالب – العازل) تغمر هذه الرقائق الثلاثة فى محلول إلكتروليتى .

- **الإلكترود الموجب** (**الكاثود**) : أكسيد كوبلت ليثيوم $LiCoO_2$.

- **الإلكترود السالب** (**الآنود**) : جرافيت ليثيوم LiC_6 .

- **العازل** : شريحة رقيقة جداً من البلاستيك **تعزل** الإلكترود الموجب عن الإلكترود السالب **بينما تسمح** للأيونات **بالمرور** من خلاله .

☒ **الإلكتروليت : سداسى فلورو فوسفيد ليثيوم لا مائى** ($LiPF_6$) .

☒ **القوة الدافعة الكهربية :** 3 V .

☒ **استخدامات بطارية أيون الليثيوم :**

أجهزة التليفون المحمول – أجهزة الكمبيوتر المحمول (لابتوب) – بعض السيارات الحديثة (**بديل لبطارية المركم الرصاصى**) .

س علل : تستخدم بطارية أيون الليثيوم فى بعض السيارات الحديثة بديلاً لبطارية مركم الرصاص

لخفة وزنها – قدرتها العالية على تخزين كميات كبيرة من الطاقة مقارنة بحجمها .

س علل : يدخل عنصر الليثيوم فى تركيب بطارية أيون الليثيوم .

لأنه : **أخف الفلزات** المعروفة – جهد **إختزاله** القياسى ($E^o = -3,04\ V$) هو **الأصغر** بالنسبة لباقى **الفلزات** .

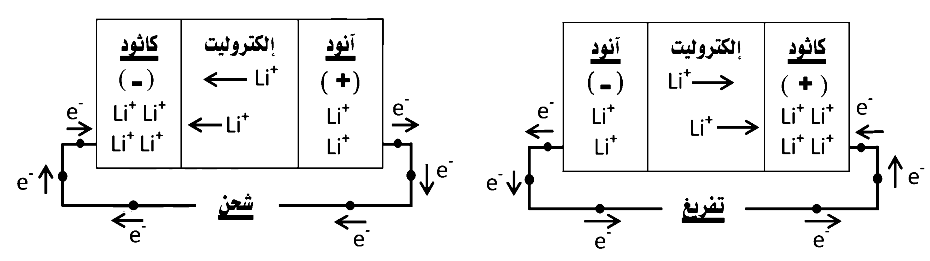
تفاعل الآنود : $LiC_{6\,(s)} \longrightarrow C_{6\,(s)} + Li^+_{(aq)} + e^-$

تفاعل الكاثود : $CoO_{2\,(s)} + Li^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow LiCoO_{2\,(s)}$

التفاعل الكلى : $LiC_{6\,(s)} + CoO_{2\,(s)} \underset{\text{شحن}}{\overset{\text{تفريغ}}{\rightleftharpoons}} C_{6\,(s)} + LiCoO_{2\,(s)}$

س علل : تعتبر الخلايا الثانوية (المركم) بطاريات لتخزين الطاقة .

جـ : لأنه أثناء الشحن يتم فيها تخزين الطاقة **الكهربية** من المصدر الخارجى على هيئة طاقة كيميائية .



لاحظ أن :

- إتجاه حركة أيونات الليثيوم فى الإلكتروليت و إتجاه حركة الإلكترونات دائماً من الآنود إلى الكاثود أثناء الشحن و التفريغ .

اللهم من اعتز بك فلن يُذل ، و من اهتدى بك فلن يُضل ، و من استكثر بك فلن يُقل ، و من استقوى بك فلن يُضعف ، و من استغنى بك فلن يُفتقر ، و من استنصر بك فلن يُغلب ، و من توكل عليك فلن يُخيب ، و من جعلك ملاذاً فلن يُضيع ، و من اعتصم بك فقد هُدى إلى صراط مستقيم ، اللهم فكن لنا ولياً و نصيرا ، و كن لنا مُعيناً و مجيرا ، إنك كنت بنا بصيرا ....

٢) بطارية الرصاص الحامضية

١- تم تطويرها و أصبحت من أنسب أنواع البطاريات المستخدمة في السيارات و لذا فهى تعرف ببطارية السيارة .

٢- تفصل ألواح الآنود و الكاثود بصفائح عازلة .

٣- توضع مكونات البطارية في وعاء مصنوع من المطاط الصلب أو البلاستيك (بولى ستيرين) ؛ لأنه لا يتأثر بالأحماض .

٤- تعتبر البطارية أثناء تشغيلها (التفريغ) خلية جلفانية و أثناء الشحن خلية الكتروليتية .

٥- تتكون هذه البطارية من 6 خلايا متصلة معاً على التوالي ، كل خلية تنتج 2 فولت فيكون الجهد الكلي للخلية 12 V (2 × 6 = 12 فولت) .

٦- يستخدم الدينامو في السيارة و بصورة مستمرة في إعادة شحن البطارية أولاً بأول .

☒ تركيب بطارية الرصاص :

١- **الآنود (مصعد)** : شبكة من ألواح الرصاص مملوءة برصاص إسفنجى Pb .

٢- **الكاثود (مهبط)** : شبكة من ألواح الرصاص مملوءة بعجينة من ثانى أكسيد الرصاص PbO_2 .

٣- **الإلكتروليت** : حمض كبريتيك **مخفف** H_2SO_4 .

أولاً : تفاعلات التفريغ (تعمل الخلية كخلية جلفانية)

١- **تفاعل الآنود** : (E°= 0,36 v)

$$Pb + SO_4^{-2} \longrightarrow PbSO_4 + 2e^-$$

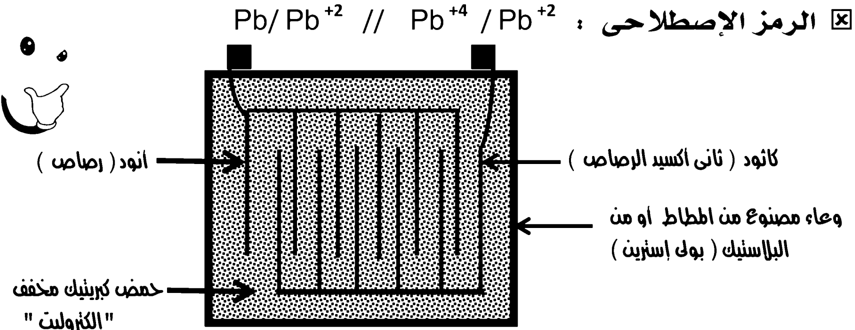
٢- **تفاعل الكاثود** :

$$PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{-2} + 2e^- \longrightarrow PbSO_4 + 2H_2O \quad (E^\circ = 1,69\ v)$$

٣- **تفاعل التفريغ الكلي** :

$$Pb + PbO_2 + 4H^+ + 2SO_4^{-2} \longrightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$$

☒ الرمز الإصطلاحى : $Pb/Pb^{+2} \ // \ Pb^{+4}/Pb^{+2}$



- كيف يمكنك التعرف على أن البطارية مشحونة أو غير مشحونة ؟

جـ : يتم التعرف على حالة البطارية بقياس كثافة الحمض بواسطة جهاز مقياس كثافة السوائل (الهيدروميتر) و يتم ذلك كالآتى :

- إذا كانت كثافة الحمض (1,28 : 1,3 جم/سم^3) كانت البطارية مشحونة .

- إذا كانت كثافة الحمض (أقل من 1,2 جم/سم^3) فهذا يعنى أنها تحتاج إلى إعادة شحن .

س : ماذا يحدث عند إستخدام بطارية السيارة لفترة طويلة ؟

استخدام البطارية لمدة طويلة يؤدى إلى ضعف كمية التيار الكهربى الناتج منها بسبب تحول كل من مادة أقطاب الأنود (Pb)و مادة أقطاب الكاثود (PbO_2) و الحمض إلى كبريتات رصاص و ماء فينقص تركيز حمض الكبريتيك فيها بسبب زيادة الماء .

س علل : نقص التيار الناتج من بطارية السيارة عند إستخدامها لفترة طويلة .

جـ : لأن إستعمالها **لفترة طويلة** يؤدى إلى تحول مواد الأنود (Pb) و الكاثود (PbO_2) و الحمض إلى كبريتات الرصاص و ماء فينقص تركيز حمض الكبريتيك فيها بسبب زيادة الماء الناتج من التفاعل .

س : يجب شحن المركم من آن لآخر .

جـ :لأن إستعمالها لفترة طويلة يؤدى إلى ضعف التيار الناتج منها بسبب تحول مواد .... (**أكمل**)

ثانياً : تفاعل الشحن (تعمل الخلية كخلية تحليلية)

تتم عملية الشحن بتوصيل أقطاب البطارية بمصدر جهد مستمر جهده أعلى قليلاً من الجهد الناتج من البطارية (غالباً ما يحدث ذلك في السيارة باستخدام الدينامو الموجود بها) مما يؤدى إلى :

حدوث تفاعل **عكس** التفاعل التلقائى الذى حدث أثناء عملية التفريغ يؤدى هذا إلى :

١- تحول كبريتات الرصاص إلى رصاص عند **الآنود** و ثانى أكسيد الرصاص عند **الكاثود** .

٢- يعود تركيز الحمض إلى ما كان عليه .

تفاعل الشحن : $2\,PbSO_4 + 2\,H_2O \longrightarrow Pb + PbO_2 + 4H^+ + 2SO_4^{-2}$

س علل : المركم الرصاصى يعتبر خلية إنعكاسية .

جـ : لأنه عند توصيل قطبى البطارية بمصدر تيار كهربى مستمر جهده أكبر قليلاً من جهد البطارية يحدث **تفاعل عكسى** و تتحول كبريتات الرصاص إلى رصاص عند الآنود و ثانى أكسيد الرصاص عند الكاثود كما يعيد التفاعل تركيز الحمض إلى ما كان عليه .

$$Pb + PbO_2 + 4\,H^+ + 2\,SO_4^{-2} \underset{\text{شحن}}{\overset{\text{تفريغ}}{\rightleftharpoons}} 2\,PbSO_4 + 2\,H_2O$$

من قرأ أية الكرسى عقب كل صلاة لم يمنعه من دخول الجنة إلا أن يموت

المركم الرصاصى	بطارية أيون الليثيوم	المقارنة
خلية ثانوية	خلية ثانوية	نوع الخلية
شبكة من الرصاص مملوءة برصاص إسفنجى (Pb)	جرافيت ليثيوم LiC_6	القطب السالب (الآنود)
شبكة من الرصاص مملوءة بعجينة من ثانى أكسيد الرصاص (PbO)	أكسيد كوبلت ليثيوم $LiCoO_2$	القطب الموجب (الكاثود)
حمض الكبريتيك المخفف	سداسى فلورو فوسفيد ليثيوم لا مائى $LiPF_6$	الإلكتروليت
$Pb + PbO_2 + 2\ H_2SO_4 \rightleftharpoons 2\ PbSO_4 + 2\ H_2O$	$LiC_6 + CoO_2 \rightleftharpoons 6\ C + LiCoO_2$	التفاعل الكلى
$Pb / Pb^{+2} // Pb^{+4} / Pb^{+2}$	$Li / Li^{+} // Co^{+4} / Co^{+3}$	الرمز الاصطلاحى
2 V	3 V	ق.د.ك

تآكل المعادن

يسبب تآكل المعادن تدهور المنشآت المعدنية و خاصة الحديدية منها مما ينتج عنه خسائر إقتصادية فادحة و تصل كمية الحديد المفقود نتيجة للتآكل بنحو ربع إنتاج العالم من الحديد سنوياً ، و من هنا كان الإهتمام بهذه الظاهرة و محاولة التغلب عليها .

الصدأ : **عملية تآكل كيميائى للفلزات بفعل الوسط المحيط** .

☒ **أضرار تآكل المعادن** :

تدهورالمنشآت المعدنية خاصة الحديدية مما يسبب خسائر إقتصادية كبيرة .

س علل : يبذل العلماء جهود كبيرة للتغلب على ظاهرة تآكل المعادن (الصدأ) .

جـ : لأن الصدأ يسبب تدهورالمنشآت الحديدية مما ينتج عنه خسائر إقتصادية كبيرة .

☒ **تفسير عملية التآكل (ميكانيكية التآكل)** :

- الفلزات النقية يصعب تآكلها بما فيها الحديد النقى (**علل**) لأن من شروط حدوث الصدأ أن **يتلامس** فلزين **مختلفين** فى النشاط **بينهما** وسط مناسب .
- معظم **المعادن** الصناعية تحتوى على **شوائب** تحفز عملية التآكل (أى أن **تلامس** فلز **أكثر** نشاطاً لفلز آخر **أقل** نشاطاً فى وجود وسط مناسب **يتسبب فى** زيادة تآكل **الفلز الأكثر نشاطاً**) **فسبب تآكل** الصلب **الشوائب** المختلطة معه .

<u>و مما سبق نستنتج أن</u> :

يحدث تآكل الفلزات **نتيجة** تكون خلية **جلفانية** الآنود فيها الفلز **المتآكل** (الأكثر **نشاطاً**) و **الكاثود** فيها قد يكون : **الشوائب** (الكربون) الموجودة فى الفلز **الأصلى** – فلز آخر أقل نشاطاً .

تفاعلات صدأ الحديد :

١- نتيجة تعرض قطعة حديد للكسر **أو** التشقق فإنها تكون خلية **جلفانية** (الحديد هو **أنود** الخلية و الماء المذاب فيه بعض الأيونات هو **الإلكتروليت**) و يتأكسد الحديد : $2Fe_{(s)} \longrightarrow 2Fe^{+2}_{(aq)} + 4e^-$

ثم **تذوب** أيونات الحديد Fe^{+2} فى الماء و تصبح حزء من الإلكتروليت و تنتقل **الإلكترونات** خلال الحديد إلى **الكاثود** (شوائب **الكربون**) .

لاحظ أن : الحديد يقوم بدور كلاً من : الآنود **و الموصل** الخارجى للدائرة (ناقل للإلكترونات) .

٢- **عند الكاثود** يتم **إختزال** أكسجين الهواء إلى أيونات هيدروكسيد OH^- **فى وجود الماء** :

$$O_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)} + 4e^- \longrightarrow 4OH^-_{(aq)}$$

٣- تتحد أيونات الحديد $Fe^{+2}_{(aq)}$ مع أيونات الهيدروكسيد $OH^-_{(aq)}$ و يتكون هيدروكسيد حديد II الذى **يتأكسد** بفعل **الأكسجين الذائب** فى الماء **إلى** هيدركسيد حديد III :

$$2Fe^{+2}_{(aq)} + 4OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2Fe(OH)_{2(s)}$$

$$2Fe(OH)_{2(aq)} + \tfrac{1}{2} O_{2(g)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow 2Fe(OH)_{3(s)}$$

بجمع المعادلات السابقة كلها ينتج المعادلة الكلية لتفاعل صدأ الحديد :

$$2Fe_{(s)} + \tfrac{3}{2} O_{2(g)} + 3H_2O_{(\ell)} \longrightarrow 2Fe(OH)_{3(s)}$$

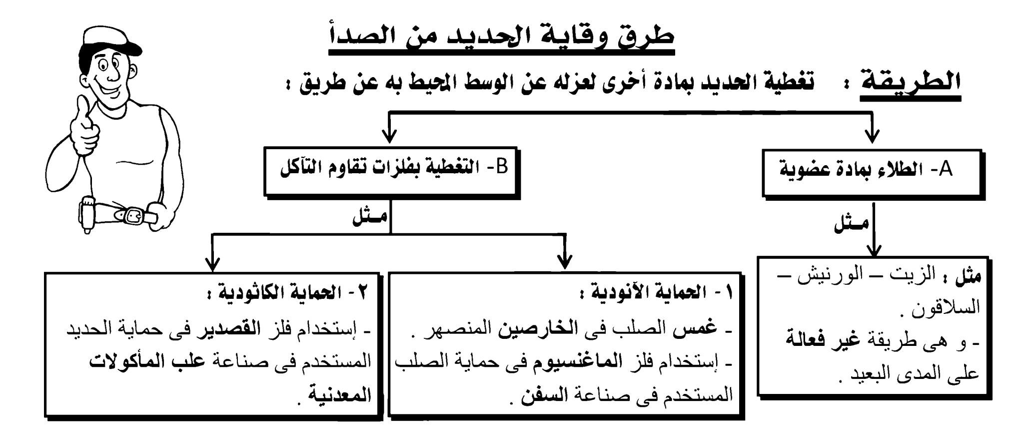
تفاعل الصدأ من التفاعلات البطيئة (**علل**) لإحتواء **الماء على** كميات **محدودة** من **الأيونات** .

س علل : يكون صدأ الحديد أسرع فى ماء البحر عن الماء العادى .

جـ : أن ماء **البحر** يحتوى كميات أكبر من **الأيونات** بينما الماء **العادى** يحتوى كميات **محدودة** من الأيونات .

تلامس الفلزات ببعضها	عدم تجانس السبائك
- تتصل الفلزات ببعضها **عند** مواضع اللحام **أو** عند إستخدام مسامير برشام (تثبيت) من فلز مختلف . - **تلامس** الفلزات ببعضها يؤدى إلى تكوين خلايا **جلفانية موضعية** تسبب تآكل الفلز **الأكثر** نشاطاً . **مثال** : تلامس الألومنيوم و النحاس يتآكل الألومنيوم **أولاً** و تلامس الحديد و النحاس يتآكل الحديد **أولاً** .	- تستخدم الفلزات فى الصناعة غالباً على صورة سبائك **غير متجانسة** التركيب . - **يصعب** تحضير سبائك فى صورة **متجانسة التركيب** مما يؤدى إلى تكون عدد لانهائى من الخلايا **الجلفانية الموضعية** تسبب تآكل الفلز **الأكثر** نشاطاً فى السبيكة .

طرق وقاية الحديد من الصدأ



الحماية الأنودية (الغطاء الآنودى)	الحماية الكاثودية (الغطاء الكاثودى)
التعريف : هى تغطية الفلز بفلز آخر أكثر نشاطاً . **مثال :** طلاء الحديد **بالخارصين** (الحديد **أقل** نشاطاً من الخارصين) . **التفسير :** نظراً لأن الحديد **أقل نشاطاً** من الخارصين فعندما يكونا خلية **حلفانية** معاً يمثل الحديد **الكاثود** بينما الخارصين يمثل **الآنود** فيتآكل **الخارصين** أولاً بالكامل قبل أن يبدأ الحديد فى التآكل	**التعريف : هى تغطية الفلز بفلز آخر أقل نشاطاً** . **مثال :** طلاء الحديد **بالقصدير** (الحديد **أكثر** نشاطاً من القصدير) . **التفسير :** نظراً لأن الحديد **أكثر نشاطاً** من القصدير فعندما يكونا خلية **حلفانية** معاً يمثل الحديد **الأنود** بينما القصدير يمثل **الكاثود** فيتآكل **الحديد** أولاً **لذا** يصدأ الحديد **المطلى** بالقصدير عند الخدش **بصورة أسرع** و أكثر من الحديد **النقى** .

⇦ س علل : يصدأ الحديد المطلى بالقصدير عند الخدش بصورة أسرع و أكثر من الحديد النقى .

لأن الحديد أكثر نشاطاً من القصدير فيكونا خلية حلفانية معاً يمثل الحديد أنود و القصدير كاثود فيتآكل الحديد أسرع .

⇦ **س علل : يصدأ الحديد المطلى بالقصدير أولاً بينما الحديد المطلى بالخارصين يصدأ بعد تأكل الخارصين بالكامل .**

لأن الحديد **أكثر** نشاطاً من القصدير فعندما يكونا خلية **جلفانية** معاً يمثل الحديد **الأنود** بينما القصدير يمثل **الكاثود** فيتآكل الحديد أولاً ، **بينما** الحديد **أقل** نشاطاً من الخارصين فعندما يكونا خلية **جلفانية** معاً يمثل الحديد **الكاثود** بينما الخارصين يمثل **الآنود** فيتآكل الخارصين أولاً بالكامل **قبل أن** يبدأ الحديد فى التآكل .

⊠ حماية هياكل السفن و مواسير الحديد المدفونة فى التربة الرطبة :

هياكل السفن المعرضة دائماً للماء المالح و **مواسير الحديد** المدفونة فى **التربة** الرطبة يكونا **أكثر** عرضة للتآكل و لحمايتها **من الصدأ** يتم **جعلها كاثود** و ذلك بتوصيلها بفلز **أكثر نشاطاً** من الحديد مثل **الماغنسيوم** ليعمل **كآنود**) فيتآكل **الماغنسيوم أولاً** بدلاً من **الحديد** لذا يسمى الماغنسيوم بـ" **القطب المضحى** " .

القطب المضحي : فلز نشط يوصل مع فلز آخر أقل منه نشاطاً بحيث يكون هو الآنود و الفلز الآخر هو الكاثود لحماية الفلز الآخر من التآكل .

ماغنسيوم (القطب المضحى)	———	ماسورة حديد مدفونة فى التربة

التقويم الثالث

السؤال الأول : اذكر المفهوم العلمى

١- القطب الموجب فى خلية الزئبق .
٢- تغطية الحديد بفلز آخر أقل نشاطاً منه .
٣- عملية تآكل كيميائى للفلزات بفعل الوسط المحيط .

السؤال الثاني : اذكر السبب العلمى

١- خلية الوقود من الخلايا الجلفانية الأولية بينما بطارية أيون الليثيوم خلية ثانوية .
٢- يصدأ الحديد المطلى بالقصدير عند الخدش بصورة أسرع و أكثر من الحديد النقى .
٣- بطارية الرصاص تعرف بالبطارية الحامضية .
٤- يقل التيار الناتج من المركم الرصاصى بعد فترة من عمله .
٥- فى المركم الرصاصى تقل كثافة حمض الكبريتيك عند الحصول على تيار كهربى .
٦- القوة الدافعة الكهربية الكلية لبطارية السيارة 12 v بالرغم أن الخلية الواحدة المكونة لها جهدها 2 v .
٧- يمكن التعرف على حالة البطارية من كثافة حمض الكبريتيك الموجود بها .

السؤال الثالث : أذكر دور أو وظيفة كلاً من :

١- سداسى فلورو فوسفات ليثيوم لا مائى فى بطارية أيون الليثيوم .
٢- الهيدروميتر و الدينامو فى بطارية السيارة .
٣- حمض الكبريتيك فى المركم الرصاصى .
٤- أكسيد ليثيوم كوبلت $LiCoO_2$ فى بطارية أيون الليثيوم .

السؤال الرابع : أكتب التفاعلات الآتية

١- تفاعل **شحن** المركم الرصاصى .
٢- التفاعل **الكلى** الحادث فى خلية الوقود.
٣- تفاعل **الكاثود فى** بطارية الليثيوم أيون .
٤- تفاعل القطب **الموجب فى** المركم الرصاصى .
٥- التفاعل النهائى **لعملية** صدأ الحديد .

السؤال الخامس : قارن بين

١- الحماية الآنودية و الحماية الكاثو**دية** .
٢- الخلية الجلفانية الأولية و الخلية الجلفانية **الثانوية** .
٣- بطارية أيون الليثيوم و خلية الزئبق من **حيث** التفاعل **الكلى** التلقائى لكل منهما .

ثانيــاً : الخلايــا الإلكتروليتيــة

هي خلايا تستخدم فيها **الطاقة** من مصدر خارجى لإحداث تفاع**ل أ**كسدة و إختزال **غير تلقائى** .

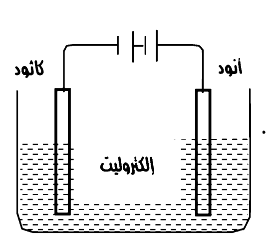
أو : خلايا يتم فيها تحويل الطاقة **الكهربية** إلى طاقة **كيميائية** من خلال تفاعلات أكسدة و إختزال **غير تلقائى** .

أنواع الموصلات الكهربية :

الموصلات الإلكترونية (صلبة)	الموصلات الإلكتروليتية (سائلة)
تنقل التيار الكهربى من خلال حركة إلكتروناتها .	**تنقل التيار الكهربى من خلال حركة أيوناتها .**
أمثلة : الفلزات الصلبة (النحاس و الألومنيوم) - السبائك .	**أمثلة : مصاهير الأملاح - محاليل (الأملاح و الأحماض و القلويات) .**

تركيب الخلية الإلكتروليتية :

١- إناء يحتوى على محلول **إلكتروليتى** .
٢- قطبين من معدن واحد **أو** من معدنين مختلفين (**بلاتين**) أو (**كربون**) .
٣- مصدر تيار كهربى (بطارية) .



☒ **الأنود في الخلية التحليلية :** هو القطب الذى يوصل بالقطب **الموجب** للبطارية و يحدث عنده **أكسدة** .

☒ **الكاثود في الخلية التحليلية :** هو القطب الذى يوصل بالقطب **السالب** للبطارية و يحدث عنده **اختزال** .

☒ **الإلكتروليت المستخدم في الخلية التحليلية :** محاليل (الأحماض و القلويات و الأملاح) **أو** مصاهير الأملاح .

س : ماذا يحدث عند مرور التيار الكهربى في الخلية الإلكتروليتية .

جـ : عند توصيل **القطبين** بحيث يكون الجهد الواقع على الخلية **يفوق** قليلاً الجهد **الإنعكاسى** لها فيمر تيار كهربى فى الخلية و **يحدث الآتى** :

☒ يتأين الإلكتروليت **إلى أيونات** موجبة (**كاتيونات** : جسيمات مادية **فقيرة** بالإلكترونات) و أيونات سالبة (**آنيونات**)

☒ الأيونات **الموجبة** تتجه للقطب السالب (**الكاثود**) و تتعادل شحنتها **باكتسابها** إلكترونات و تحدث عملية **إختزال** .

☒ الأيونات **السالبة** تتجه للقطب الموجب (**الآنود**) و تتعادل شحنتها **بفقدها** إلكترونات و تحدث عملية **أكسدة** .

التحليل الكهربى لمحلول كلوريد النحاس ($CuCl_2$)

١) نكون خلية إلكتروليتية تحتوى على إلكتروليت $CuCl_2$.

٢) نمرر التيار الكهربى فى الخلية **فيتأين** الإلكتروليت كالآتى : $CuCl_2 \longrightarrow Cu^{+2} + 2Cl^-$

٣) عند **المصعد** (الآنود) و هو القطب **الموجب** تحدث عملية **أكسدة** : $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

٤) عند **المهبط** (الكاثود) و هو القطب **السالب** تحدث عملية **إختزال** : $Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu^0$

٥) التفاعل **الكلى** هو مجموع تفاعلى الآنود و الكاثود : $Cu^{+2} + 2Cl^- \longrightarrow Cu^0 + Cl_2$

النتيجة : تصاعد غاز الكلور عن الآنود و ترسب فلز النحاس عند الكاثود .

س : إذا علمت أن جهد أكسدة الكلور = - 1,36 فولت و جهد إختزال النحاس = 0,34 فولت إحسب جهد الخلية المكونة منهما ثم وضح هل هذا التفاعل تلقائى أم غير تلقائى ؟ $Cu^{+2} + 2Cl^- \longrightarrow Cu^0 + Cl_2$

جـ : القوة الدافعة الكهربية للخلية هى = - 1,36 + 0,34 = - 1,02 فولت و الإشارة **السالبة** تعنى أن التفاعل **غير تلقائى** (**يحدث فى خلية تحليلية**) .

التحليل الكهربى

التحلل الكيميائى للمحلول الإلكتروليتى عند مرو تيار كهربى به .

أو : عملية يتم فيها فصل مكونات المحلول الإلكتروليتى بإستخدام تيار كهربى خارجى .

⇦ **س علل : يمكن الحصول على غاز الكلور بالتحليل الكهربى للمحاليل المائية التى تحتوى على أيون الكلوريد .**

ج : لأن جهد أكسدة الكلور أعلى من جهد أكسدة أيونات الماء .

⇦ **س علل : يصعب الحصول على الصوديوم بالتحليل الكهربى للمحاليل المائية التى تحتوى على أيون الصوديوم .**

ج : لأن جهد إختزال الصوديوم أقل من جهد إختزال أيونات الماء .

قوانين فاراداى للتحليل الكهربى

استنتج العالم **فاراداى** العلاقة بين **كمية الكهربية** التى تمر فى المحلول و بين **كمية المادة** التى يتم تحريرها عند الأقطاب .

❶ القانون الأول لفاراداى

تتناسب كمية المادة المتكونة أو المستهلكة (سواء كانت غازية أو صلبة) عند الأقطاب تناسباً طردياً مع كمية الكهرباء المارة فى المحلول أو المصهور الإلكتروليتى .

تجربة إستنتاج القانون :

عند **تمرير** كميات **مختلفة** من التيار فى نفس المحلول
ثم **نحسب** نسبة **كتل** المواد المتكونة عند الأقطاب و
نقارن هذه النسب بنسب **كميات الكهربية** التى تم إمرارها
فنجد أن كتل المواد المتكونة أو المتصاعدة أو
الذائبة عند الأقطاب تتناسب **طردياً** مع كمية الكهربية المارة بها .

كاثود
أنود
إلكتروليت

الكولوم :

هو كمية الكهربية التى إذا تم تمريرها فى محلول أيونات فضة ترسب 1,118 mg **من الفضة .**

كمية الكهربية (كولوم) :

هى حاصل ضرب شدة التيار (أمبير) المستخدم X الزمن (ثانية) الذى تم تمريره خلاله .

الفاراداى :

هى كمية الكهربية اللازمة لذوبان أو ترسيب أو تصاعد كتلة مكافئة من المادة عند أحد الأقطاب بالتحليل الكهربى.

(**١ فاراداى = ٩٦٥٠٠ كولوم** 96500 C = 1 F)

الكتلة المكافئة :

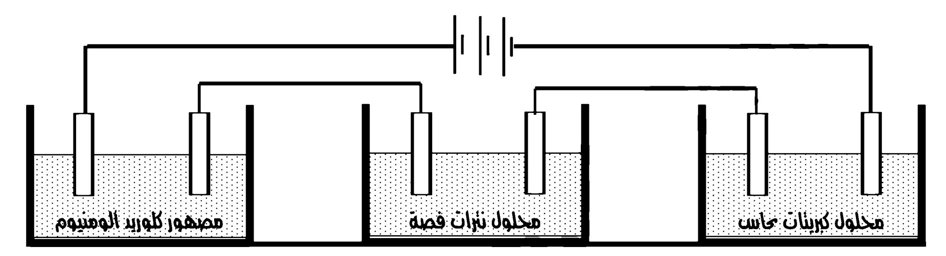
هى كتلة المادة التى لها القدرة على فقد أو إكتساب مول واحد من الإلكترونات أثناء التفاعل الكيميائى .

❷ القانون الثانى لفاراداى

تتناسب كميات المواد المختلفة المتكونة أو المستهلكة عند الأقطاب بمرور نفس كمية الكهرباء فى عدة إلكتروليتات متصلة على التوالى تناسباً طردياً مع كتلتها المكافئة .

تجربة إستنتاج القانون :

عند إمرار **نفس** كمية التيار الكهربى فى **مجموعة** من المحاليل مثل كلوريد الألومنيوم **و** نترات الفضة **و** كبريتات النحاس || **فنجد** أن كتل المواد المتكونة عند **الكاثود** فى الخلايا وهى **الألومنيوم** ، **الفضة** ، **النحاس** على الترتيب تتناسب مع **كتلها المكافئة** و هى على الترتيب (9 : 107,88 : 31,78) .



القانون العام للتحليل الكهربى

عند مرور واحد فاراداى (96500 C) خلال محلول إلكتروليتى فإن ذلك يؤدى إلى ذوبان أو تصاعد أو ترسيب كتلة مكافئة جرامية من المادة عند أحد الأقطاب .

قوانين حل مسائل التحليل الكهربى

$$\text{الكتلة المكافئة الجرامية (الوزن المكافئ)} = \frac{\text{الوزن الذرى}}{\text{عدد التأكسد}}$$

الكتلة المترسبة " جم " = كمية الكهربية " فاراداى " × الكتلة المكافئة " جم "

$$\text{الكتلة المترسبة " جم "} = \frac{\text{كمية الكهربية " كولوم "} \times \text{الكتلة المكافئة " جم "}}{96500}$$

كمية الكهربية بالكولوم = شدة التيار " أمبير " × الزمن " ثانية "

$$\text{الكتلة المترسبة " جم "} = \frac{\text{شدة التيار " أمبير "} \times \text{الزمن " ثانية "} \times \text{الكتلة المكافئة " جم "}}{96500}$$

الصيغة الرياضية لقانون فاراداى الثانى

$$\frac{\text{كتلة العنصر الأول}}{\text{كتلة العنصر الثانى}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة للعنصر الأول}}{\text{الكتلة المكافئة للعنصر الثانى}}$$

* عدد وحدات الفاراداى اللازمة لترسيب **كتلة مكافئة** من العنصر = **فاراداى** دائماً .

مثال : لترسيب **كتلة مكافئة** من عنصر الأكسجين بناء على التفاعل $O^{-2} \longrightarrow O_2 + 2e^-$

يلزم 1F .

* عدد وحدات الفاراداى اللازمة لترسيب **ذرة جرامية** (جم/ذرة) من عنصر = عدد الشحنات " **تكافؤ** " .

مثال : لترسيب **جم / ذرة** من عنصر الأكسجين بناء على التفاعل $O^{-2} \longrightarrow O_2 + 2e^-$

يلزم 2 F .

* عدد وحدات الفاراداى اللازمة لترسيب **مول** من عنصر = عدد الشحنات " **تكافؤ** " × عدد الذرات .

مثال : لتصاعد **مول** من عنصر الأكسجين بناء على التفاعل $O^{-2} \longrightarrow O_2 + 2e^-$ يلزم 4 F .

مثال : لتصاعد **0,2 مول** من الأكسجين من التفاعل السابق يلزم 0,8 F فاراداى [4 × 0,2] .

تدريب ١ :

إحسب عدد الفاراداى اللازم لترسيب ذرة جرامية (**جم / ذرة**) من الألومنيوم عند التحليل الكهربى لمصهور Al_2O_3

تدريب ٢ :

احسب عدد الفاراداى اللازمة لترسيب جم / ذرة من الحديد عند التحليل الكهربى لمصهور $FeSO_4$.

مثال (١) :

احسب شدة التيار الكهربى اللازم لمرور كمية كهربية قدرها 0,1 F فى محلول إلكتروليتى لمدة ½ h .

الحل :

كمية الكهربية بالكولوم = شدة التيار الكهربى × الزمن بالثوانى

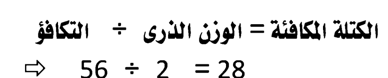
0,1 × 96500 = شدة التيار × ½ × 60 × 60

مثال (٢) :

احسب كمية الكهربية بالكولوم اللازمة لفصل 5,6 g من الحديد $_{26}Fe^{56}$ من كلوريد الحديد (II) علماً بأن تفاعل الكاثود هو : $Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe$

الحل :

الكتلة المكافئة = الوزن الذرى ÷ التكافؤ



⇨ 56 ÷ 2 = 28

الكتلة المترسبة " جم " = كمية الكهربية " كولوم " × الكتلة المكافئة " جم " / 96500

مثال (٣) :

احسب كتلة الخارصين المترسبة عند الكاثود عند مرور تيار كهربى شدته 20 A لمدة ¼ h فى محلول كبريتات خارصين (Zn = 65)

الحل :

الكتلة المكافئة = الوزن الذرى ÷ التكافؤ

⇨ 65 ÷ 2 = 32,5

$$\text{الكتلة المترسبة " جم "} = \frac{\text{كمية الكهربية " كولوم "} \times \text{الكتلة المكافئة " جم "}}{96500}$$

التقويم الرابع

السؤال الأول : اختر الإجابة الصحيحة

١- كمية الكهرباء اللازمة لترسيب مول واحد من ذرات فلز M بالتحليل الكهربائى لمصهور أكسيد M_2O_3 تساوى : F (1 – 2 – 3 – 5)

٢- كمية الكهرباء اللازمة لتحرر ذرة جرامية من الكلور :
F (0,5 – 1 – 2 – 4)

٣- لترسيب 18 جم من الألومنيوم Al^{27} بالتحليل الكهربى لمحلول كلوريد الألومنيوم $AlCl_3$ يلزم كمية الكهربية : F (0,5 – 1 – 2 – 4)
(٩٥/أول)

٤- كمية الكهربية اللازمة لترسيب جرام ذرة من النحاس حسب التفاعل الآتى : $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$
F (0,5 – 1 – 2 – 4)

٥- لترسيب 4 جم من فلز الكالسيوم Ca_{40} نتيجة تحليل مصهور كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ كهربياً يلزم :
C (96500 – 965 – 193 – 19300)

٦- لترسيب 9 جم من الألومنيوم Al^{27} بالتحليل الكهربى لمحلول كلوريد الألومنيوم $AlCl_3$ يلزم كمية كهربية : F (5 – 2 – 1 – 3)

٧- كمية التيار الكهربى اللازمة لترسيب جرام/ذرة من الألومنيوم بناء على التفاعل :
$Al \longrightarrow Al^{3+} + 3e^-$ F(0,5 – 1 – 2 – 3)

٨- لترسيب جرام/ذرة من فلز ثلاثى التكافؤ يلزم إمرار كمية من الكهرباء فى محلول أحد أملاحه مقدارها : C (96500 – 9650 – 189000 – 289500)

٩- كتلة عنصر الكالسيوم Ca^{40} الناتجة بالتحلل الكهربى لمصهور كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ بإمرار 48250 C : g (40 – 10 – 20 – 50)

السؤال الثانى : اذكر المفهوم العلمى

١- كمية الكهرباء اللازمة لترسيب أو تصاعد المكافئ الجرامى لأى مادة عند أحد الأقطاب .
٢- كمية الكهرباء اللازمة لترسيب 1,118 mg من الفضة .
٣- كمية الكهرباء اللازمة لترسيب 1,118 mg من الفضة فى الثانية الواحدة .
٤- حاصل ضرب شدة التيار الكهربى بوحدة أمبير زمن مروره بوحدة الثانية .
٥- الموصلات التى ينتقل فيها التيار الكهربى عن طريق حركة الإلكترونات الحرة .
٦- الموصلات التى ينتقل فيها التيار الكهربى عن طريق حركة الأيونات .
٧- موصلات كهربية يحدث لها تغير كيميائى عند توصيلها للتيار الكهربائى .
٨- عملية فصل مكونات المحلول الالكتروليتى نتيجة مرور تيار كهربى مستمر فيه .
٩- تتناسب كتل المواد المختلفة المتكونة أو المستهلكة بمرور نفس كمية التيار الكهربى مع كتلتها المكافئة .
١٠- تتناسب كتل المواد المختلفة المتكونة أو المستهلكة تناسباً طردياً مع كمية الكهرباء المارة فى الإلكتروليتى .

السؤال الثالث : اذكر السبب العلمى

١- النحاس من الموصلات الإلكترونية **بينما محلول** كبريتات النحاس من الموصلات الإلكتروليتية
٢- نحصل على النحاس بالتحليل الكهربى لمحلول كلوريد النحاس II **و لا** نحصل على الصوديوم بالتحليل الكهربى **لمحلول** كلوريد الصوديوم علما بأن جهد الإختزال لكل من النحاس ، الماء ، الصوديوم هو على الترتيب (0,34 v ، 0,41 v - ، 2,7 v -) .

السؤال الرابع : اشرح

١- أشرح كيف يمكنك تحقيق قانون فاراداى الأول عملياً .
٢- اشرح مع الرسم كيف تحصل على النحاس و على غاز الكلور من محلول كلوريد النحاس II ثم :
- اكتب المعادلات التى توضح تفاعلات الأكسدة و الإختزال التى تحدث عند كل من **المصعد** و المهبط و كذلك التفاعل الكلى .
- احسب جهد الخلية و وضح هل هذا التفاعل تلقائى أم غير تلقائى إذا كان جهد أكسدة الكلور **1,36 v -** و جهد إختزال النحاس 0,34 v .
٣- أشرح كيف يمكنك تحقيق قانون فاراداى الثانى عملياً .

السؤال الخامس : أكتب التفاعلات الآتية

١- تفاعل المهبط عند تحضير فلز الصوديوم من كلوريد الصوديوم .
٢- التفاعلات التى تحدث غمس ساق من الخارصين فى محلول كبريتات النحاس .
٣- التفاعلات التى تحدث عند مرور تيار كهربى فى محلول كلوريد النحاس II بين أقطاب بلاتين .

من قال سبحان الله و بحمده تكتب له ألف حسنة أو تحط عنه ألف سيئة

السؤال السادس : احسب عدد الفاراداى اللازمة

١- ترسيب **ذرة جرامية** من الألومنيوم عند التحليل الكهربى لـ Al_2O_3 .

٢- لترسيب جرام / ذرة من الحديد عند التحليل الكهربى لـ $Fe\ SO_4$.

٣- لترسيب جرام/ ذرة من النحاس بناء على التفاعل $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$.

٤- لتصاعد **مول** من الكلور عند التحليل الكهربى لـ $CuCl_2$.

٥- لتصاعد **مول** من الأكسجين عند التحليل الكهربى لـلماء المحمض .

٦- لتحرير جرام / ذرة كلور من الكلور عند التحليل الكهربى لمحلول $CuCl_2$.

مسائل على قانوني فاراداى

١- احسب الزمن اللازم لترسيب 18 g من فلز الألومنيوم $_{13}Al^{27}$ عند مرور تيار كهربى شدته 10 A فى خلية تحليلية تحتوى على أكسيد ألومنيوم إذا علمت أن التفاعل عند الكاثود : $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$

٢- أحسب عدد الفاراد اللازم لترسيب 10 g من الفضة Ag_{108} و معادلة الكاثود : $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$

٣- احسب كمية الكهربية اللازمة لترسيب g/atm من النحاس بوحدات الكولوم و الفاراداى حسب التفاعل التالى : $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$

٤- ما هى كمية الكهربية اللازمة لترسيب 5,9 g من النيكل من محلول كلوريد النيكل (II) علماً بأن تفاعل الكاثود : $Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$ [Ni = 59] (19300 C)

٥- ما هى كتلة كل من البلاتين و الكلور الناتجين من إمرار 4825 C فى محلول كلوريد البلاتين علماً بأن التفاعلات التى تحدث عند الأقطاب هى : $Pt^{4+} + 4e^- \longrightarrow Pt$ ، $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

[Pt = 195 , Cl = 35,5] (2,44 g ، 1,77 g)

٦- احسب كتلة كل من الذهب و الكلور الناتجين من إمرار كمية من الكهربية مقدارها 10000 C فى محلول مائى من كلوريد الذهب علماً بأن التفاعلات التى تحدث عند الأقطاب هى :

$Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au^o$ (Au = 196,98)

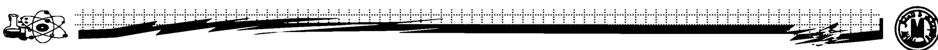
$2Cl^- + 2e^- \longrightarrow Cl_2$ (Cl = 35,45)

٧- إذا مر نفس التيار الكهربى فى محاليل كبريتات النحاس و نيترات الفضة و كان وزن النحاس المترسب 0,53 g احسب وزن الفضة المترسبة علماً بأن المكافئ الجرامى لكلاً من النحاس و الفضة على الترتيب 31,8 ، 108 .

٨- فى عملية التحليل الكهربى لمحلول كلوريد صوديوم بإمرار تيار كهربى شدته 2 A لمدة ½ h احسب

- حجم غاز الكلور المتصاعد فى معدل الضغط و درجة الحرارة علماً بأن الكتلة الذرية للكلور 35,45

- إذا لزم $20\ cm^3$ من حمض الهيدروكلوريك 0,2 M لمعايرة $10\ cm^3$ من المحلول بعد عملية التحليل الكهربى ، ما هى كتلة هيدروكسيد الصوديوم المتكون إذا كان حجم المحلول ½ Litre .



٩- أجريت عملية طلاء لشريحة من النحاس مساحتها $100\ cm^2$ بإمرار كمية كهربية مقدارها ½ F فى محلول مائى من كلوريد الذهب III و كان الطلاء لوجه واحد فقط :

- إحسب سمك طبقة الذهب علماً الكتلة الذرية للذهب 196,98 و كثافته $13,2\ gm/cm^3$.
- أكتب تفاعل الكاثود .

١٠- احسب كمية الكهربية مقدرة بالكولوم لفصل 2,8 g من الحديد Fe^{56} من كلوريد الحديد (II) علماً بأن تفاعل الكاثود هو $Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe$

١١- احسب كمية الكهربية بالكولوم اللازمة لفصل 5,6 g من الحديد $Fe^{55,8}$ من محلول كلوريد الحديد (III) عندما يكون تفاعل الكاثود : $Fe^{3+} + 3e^- \longrightarrow Fe$ (29022,5 C)

١٢- احسب الزمن اللازم لترسيب 9 g من فلز الألومنيوم عند مرور تيار كهربى شدته 10 A فى خلية تحليل تحتوى على أكسيد ألومنيوم إذا علمت أن Al^{27} و تفاعل الكاثود : $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$

١٣- احسب كتلة الخارصين المترسبة عند الكاثود عند مرور تيار كهربى شدته 20 A لمدة ¼ h فى محلول كبريتات خارصين . (Zn = 65)

١٤- احسب كتلة النحاس المترسبة من إمرار تيار كهربى شدته 10 A لمدة ½ h فى محلول كبريتات النحاس II . (Cu = 63,5)

١٥- احسب شدة التيار الكهربى اللازمة لمرور 0,18 F من الكهربية فى محلول إلكتروليتى لمدة ½ h .

١٦- بالتحليل الكهربى لمحلول يوديد البوتاسيوم يتصاعد غاز الهيدروجين و أبخرة اليود ، فإذا كان زمن مرور التيار الكهربى ½ h وشدة التيار الكهربى 5 A :

- احسب كتلة كل من اليود والهيدروجين المتصاعد .
- اكتب التفاعلات التى تحدث عند الأقطاب . [I = 127 , H = 1]

١٧- احسب كتلة الفضة المترسبة عند إمرار تيار كهربى شدته 10 A فى محلول نيترات فضة لمدة ½ h بين قطبى من الفضة ثم اكتب معادلة تفاعل الكاثود . [Ag = 108]

١٨-ينتج فلز الألومنيوم بالتحليل الكهربى لمصهور أكسيد الألومنيوم احسب الزمن اللازم لترسيب **18 g** من الألومنيوم عند مرور تيار كهربى شدته 20 A و تفاعل الكاثود هو : $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$

١٩- كم دقيقة تلزم لترسيب 3,175 g من النحاس من محلول كبريتات النحاس II عند مرور تيار كهربى شدته 10 A . (Cu = 63,5)

٢٠- احسب عدد الفاراداى اللازم لترسيب 21,6 g من الفضة على سطح ملعقة أثناء عملية الطلاء بالكهرباء و التفاعل عند الكاثود : $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$ (Ag = 108)

٢١- احسب حجم غاز الكلور المتصاعد فى معدل الضغط ودرجة الحرارة عند إمرار تيار كهربى شدته 10 A لمدة 20 min أثناء عملية التحليل الكهربى لمحلول كلوريد الصوديوم . (Cl = 35,45)

٢٢- احسب عدد الفاراداى اللازم لترسيب 10,8 gمن الفضة على سطح ملعقة خلال عملية الطلاء بالكهرباء و التفاعل عند الكاثود : $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$ (Ag = 108)

٢٣-خليتان تحليليتان تحتوى الأولى على محلول نترات الفضة ، الثانية على محلول كبريتات نحاس متصلتان معاً على التوالى أمرت بهما كمية واحدة من الكهرباء فزادت كتلة الكاثود فى الخلية الاولى بمقدار 5,4 g احسب الزيادة فى كتلة كاثود الخلية الثانية و اكتب تفاعل الكاثود فى الخلية الأولى .

(Cu = 63,5 , Ag = 108)

٢٤- عند التحليل الكهربى لمحلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ احسب كتلة كلاً من الذهب و الكلور الناتجة من عملية التحليل فى الحالات الآتية : (Au = 197 , Cl = 35,5)

١- عند مرور كمية كهرباء مقدرها 2 F .

٢- عند مرور كمية كهرباء مقدرها 965 C .

٣- عند مرور تيار شدته 7 A لمدة 3 h .

٤- اكتب تفاعلات الآنود و الكاثود .

٢٥- أمر تيار كهربى شدته 10 A فى محلول نترات الفضة فترسب 21,9 g من الفضة احسب الزمن اللازم لذلك . (Ag = 108) (1956 s أو 32,6 min)

٢٦- عند امرار كمية من الكهرباء قدرها 0,1 F فى محلول كلوريد نحاس II فإذا علمت أن الذرة الجرامية للنحاس هى 63,5 g و للكلور هى 35,5 g .

١- احسب الزيادة فى وزن الكاثود . (3,175 g)

٢- احسب حجم الغاز المتصاعد عند الآنود . (1,12 L)

٢٧- إذا لزم 193000 C من الكهرباء لترسيب 65 g لفلز من إلكتروليت يحتوى على أيوناته احسب الكتلة المكافئة الجرامية للفلز .

٢٨- أمرت كمية من الكهربية قدرها 8 F فى ماء محمض أوجد : (O = 16 ، H = 1)

١- حجم الهيدروجين المتصاعد عند الكاثود .

٢- حجم الاكسجين المتصاعد عند الآنود .

٣- اكتب تفاعلات الآنود و الكاثود .

٢٩-احسب كمية الكهرباء اللازمة لتصاعد 11,2 L من غاز الكلور عند الآنود عند التحليل الكهربى لمحلول كلوريد النحاس $CuCl_2$. (Cu = 63,5)

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم

تطبيقات على التحليل الكهربى

١) الطلاء بالكهرباء . **٢) تحضير الألومنيوم .** **٣) تنقية المعادن .**

أولاً : الطلاء بالكهرباء

هى عملية تكوين طبقة رقيقة من فلز معين على سطح فلز آخر .

أهمية الطلاء الكهربى :

(١) منع تآكل المعدن (منع الصدأ) .
(٢) إعطاء المعدن بريق و لمعان .
(٣) رفع القيمة الإقتصادية للمعادن الرخيصة بطلائها بمعدن نفيس .

فضة
أيونات فضة
إبريق

تجربة عملية لطلاء إبريق بطبقة من الفضة :

١- نظف سطح الإبريق جيداً .
٢- نكون خلية تحليلية :
- يتم توصيل لوح من " <u>الفضة</u> " بالقطب الموجب للبطارية " + " و بذلك يمثل لوح الفضة <u>أنود</u> الخلية التحليلية .

- يتم توصيل " <u>الإبريق</u> " بالقطب السالب للبطارية " – " و بذلك يمثل الإبريق كاثود الخلية .
- المحلول الإلكتروليتى أحد أملاح مادة الطلاء " <u>نيترات الفضة</u> " .

<u>التفاعلات</u> :

عند مرور التيار الكهربى :

- يتأين الإلكتروليت : $AgNO_3 \longrightarrow Ag^+ + NO_3^-$
- **<u>عند الأنود</u>** (القطب الموجب) : تتأكسد فضة الأنود إلى أيونات فضة تذوب فى المحلول .

$$Ag \longrightarrow Ag^+ + e^-$$

- **<u>عند الكاثود</u>** (القطب السالب) : تُختزل أيونات الفضة إلى الفضة و تترسب على الإبريق .

$$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$$

<u>ملحوظة</u> :

فى خلية الطلاء الكهربى يتم توصيل لوح من المادة المراد الطلاء بها بالقطب <u>الموجب</u> للبطارية و يتم توصيل الجسم المراد طلائه بالقطب <u>السالب</u> للبطارية و الإلكتروليت أحد أملاح مادة <u>الطلاء</u> (الأنود) .

المنار

اللهم فاطر السماوات و الأرض ، علام الغيب و الشهادة ، ذا الجلال و الإكرام ، إنى اعهد إليك فى هذه الحياة الدنيا ، و أشهدك و كفى بك شهيداً أنى أشهد أن لا إله إلا أنت وحدك لا شريك لك ، و أن محمداً عبدك و رسولك ، و أشهد أن وعدك حق ، و لقاءك حق ، و الجنة حق ، و أن الساعة لاريب فيها ، و أنك تبعث من فى القبور ، و أنك إن تكلنى إلى نفسى تكلنى إلى ضعف و عورة و ذنب و خطيئة ، و إنى لا أثق إلا برحمتك فاغفر لى ذنوبى كلها و تب علىّ إنك أنت التواب الرحيم .

ثانياً : تحضير الألومنيوم

يستخلص الألومنيوم من التحليل الكهربى لخام **البوكسيت** (Al_2O_3) المذاب فى مصهور **الكريوليت** (Na_3AlF_6) و المحتوى على قليل من **الفلورسبار** (CaF_2) **لخفض** درجة انصهار المخلوط من $2045\ ^0c$ إلى $950\ ^0c$.

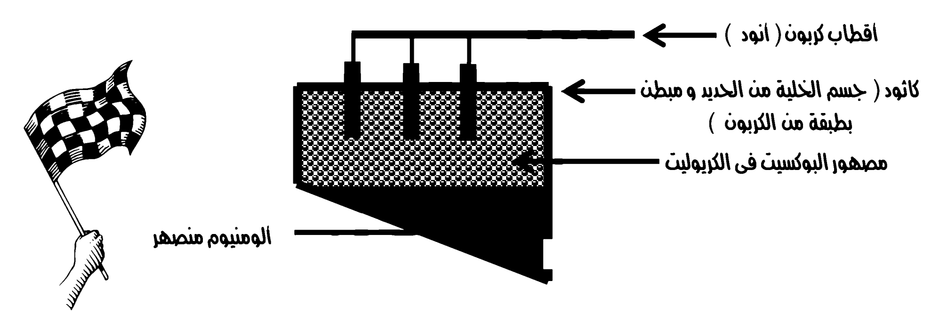
التفاعلات :

عند مرور التيار الكهربى :

- يتأين الإلكتروليت : $Al_2O_3 \longrightarrow 2\,Al^{3+} + 3\,O^{2-}$
- **عند الآنود** (القطب الموجب = المصعد) : $3\,O^{2-} \longrightarrow {}^3/_2\,O_2 + 6e^-$
- **عند الكاثود** (القطب السالب = المهبط) : $2\,Al^{3+} + 6e^- \longrightarrow 2\,Al$

و يتفاعل الأكسجين المتصاعد مع أقطاب كربون المصعد مكوناً غازات أول و ثانى أكسيد الكربون

فتتآكل أقطاب المصعد و لذا يجب تغييرها باستمرار : $^3/_2\,O_2 + 2C \longrightarrow CO + CO_2$



حديثاً :

يستعاض عن الكريوليت بإستخدام مخلوط من فلوريدات الألومنيوم و الصوديوم و الكالسيوم حيث يعطى هذا المخلوط مع البوكسيت مصهوراً يتميز بإنخفاض درجة إنصهاره و كذلك إنخفاض كثافته مقارنة بالمصهور مع معدن الكريوليت (انخفاض كثافة المصهور يسهل عملية فصل الألومنيوم المنصهر و الذى يكون راسباً فى قاع خلية التحليل) .

اللهمَّ إني أسألك يا فارج الهم ، يا كاشف الغم، يا مجيب دعوة المضطرين ، يا رحمن الدنيا ، يا رحيم الآخرة ، أرحمني برحمتك اللهمَّ لكَ أسلمتُ ، و بكَ آمنتُ ، و عليكَ توكلتُ، و بكَ خاصمتُ و إليكَ حاكمتُ ، فاغفر لي ما قدمتُ و ما أخرتُ ، و ما أسررتُ و ما أعلنتُ ، و أنتَ المقدم و أنتَ المؤخر لا إله إلا أنت الأول و الأخر و الظاهر و الباطن ، عليكَ توكلتُ ، و أنتَ رب العرش العظيم اللهمَّ آتِ نفسى تقواها ، و زكها يا خير من زكاها ، أنت وليها و مولاها يا رب العالمين .

ثالثاً : تنقية المعادن

درجة نقاوة المعادن التى يتم تحضيرها صناعياً أقل من درجة النقاوة المطلوبة لبعض الإستخدامات المعينة و بالتالى تقل كفاءتها .

مثال : النحاس الذى نقاوته ٪ 99 جودة توصيله الكهربى منخفضة لوجود شوائب من الخارصين و الحديد و الفضة و الذهب مختلطة معه و لذلك يستخدم التحليل الكهربى لتنقية النحاس للحصول على نحاس نقى ٪ 99,95 جيد التوصيل للتيار الكهربى .

تتكون خلية تنقية النحاس من :

[١] لوح **النحاس الغير نقى** ويتم توصيله بالقطب **الموجب** للمصدر الكهربى وبذلك يمثل **أنود** الخلية التحليلية .

[٢] سلك من **النحاس النقى** ويتم توصيله بالقطب **السالب** للمصدر الكهربى وبذلك يمثل **كاثود** الخلية التحليلية .

[٣] **محلول إلكتروليتى** من أحد أملاح النحاس " **كبريتات النحاس** " .

عند مرور التيار الكهربى :

- يتأين الإلكتروليت :

$$CuSO_4 \longrightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-}$$

- يذوب النحاس (يتأكسد) عند **الآنود** و يتحول إلى أيونات نحاس :

$$Cu^0 \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$$

ثم تعود و تترسب أيونات النحاس فى صورة نحاس نقى مرة أخرى عند **الكاثود** :

$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu^0$$

سلك نحاس نقى كاثود

نحاس غير نقى (أنود)

$CuSO_4$

بالنسبة للشوائب فيوجد إحتمالين هما :

١- شوائب الحديد و الخارصين **تتأكسد** و تذوب فى المحلول و لكنها **لا تترسب** عند الكاثود **لصعوبة** إختزالها بالنسبة لأيونات النحاس .

٢- شوائب الذهب و الفضة **لا تتأكسد** عند قطب النحاس و **تتساقط** أسفل **الآنود** و **تزال** من قاع الخلية .

بهذه الطريقة يمكن الحصول على نحاس نقى (٪ 99,95) بالإضافة إلى إمكانية فصل بعض المعادن النفيسة مثل الذهب و الفضة من خامات النحاس .

س :كيف يمكن الحصول على الذهب الخالص من سلك نحاس يحتوى على شوائب من الذهب ؟

س : النحاس النقى % 99 يحتوى على نسبة شوائب وضح كيف يمكن تنقيته من الشوائب للحصول على نحاس نقاوته % 99,95 .

التقويم الخامس

السؤال الأول : اذكر المفهوم العلمى

١- موصلات ينتقل فيها التيار الكهربى عن طريق حركة الإلكترونات الحرة .

٢- موصلات ينتقل فيها التيار الكهربى عن طريق حركة الأيونات .

٣- جسيمات مادية فقيرة بالإلكترونات تتحرك فى المحلول أو المصهور الإلكتروليتى عند مرور التيار الكهربى فيه .

٤- جسيمات مادية غنية بالإلكترونات تتحرك فى المحلول أو المصهور الإلكتروليتى عند مرور التيار الكهربى فيه .

٥- عملية فصل مكونات المحلول الإلكتروليتى نتيجة مرور تيار كهربى مستمر فيه .

٦- عملية تكوين طبقة رقيقة من فلز معين على سطح فلز آخر لإعطائه مظهر جميل و حمايته من الصدأ .

السؤال الثاني : اذكر السبب العلمى

١- يجب تغيير أقطاب الجرافيت فى خلية التحليل عند إستخلاص الألومنيوم من البوكسيت .

٢- يستعاض عن الكريوليت بمخلوط من أملاح فلوريدات الألومنيوم و الصوديوم و الكالسيوم .

٣- عند تنقية معدن النحاس من الشوائب لا يحدث ترسيب للشوائب مرة أخرى مع النحاس .

السؤال الثالث : أشرح

١- طريقة تنقية النحاس من الشوائب كهربياً .

٢- كيفية طلاء إبريق من النحاس بطبقة من الفضة .

٣- كيفية إستخلاص الألومنيوم من خاماته .

السؤال الرابع : أذكر دور أو وظيفة كلاً من

١- الكريوليت والفلورسبار عند استخلاص الألومنيوم كهربياً .

٢- طلاء المعادن كهربياً .

السؤال الخامس : أكتب التفاعلات

التى تحدث عند إستخلاص الألومنيوم من خام البوكسيت .

السؤال الرابع : اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس

عند طلاء معلقة من النحاس بطبقة من الفضة يستخدم :

(كاثود من الفضة فى محلول كبريتات النحاس – أنود من الفضة فى محلول نيترات الفضة – كاثود من الفضة فى محلول نيترات الفضة) .

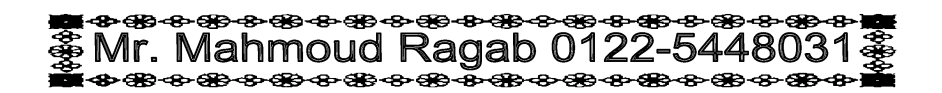
السؤال الخامس :

١- اشرح الخطوات التى تتبع فى تنقية فلز النحاس غير النقى باستخدام التحليل الكهربى .

٢- إذا أعطيت ملعقة من الحديد أشرح الخطوات التى تتبعها لطلائها كهربياً بالفضة مع كتابة المعادلات و الرسم .

٣- ارسم رسماً تخطيطياً لجهاز إستخلاص الألومنيوم من البوكسيت المذاب فى مصهور الكريوليت .

٤- لديك ميدالية من النحاس و طلب منك زيادة قيمتها ما هى الخطوات الواجب إتباعها لطلائها بطبقة من الفضة اكتب معادلات الأكسدة و الإختزال .



اللهم فاطر السماوات والأرض ،علام الغيب والشهادة ، ذا الجلال والإكرام ، إنى اعهد إليك فى هذه الحياة الدنيا ، وأشهدك وكفى بك شهيداً أنى اشهد ان لاإله إلا انت وحدك لا شريك لك ، وان محمداً عبدك ورسولك ، واشهد ان وعدك حق ، ولقاءك حق ، والجنة حق ، وان الساعة لاريب فيها ، وانك تبعث من فى القبور ، وانك إن تكلنى إلى نفسى تكلنى إلى ضعف وعورة وذنب وخطيئة ، وإنى لا أثق إلا برحمتك فاغفر لى ذنوبى كلها وتب علىّ إنك أنت التواب الرحيم .

الحمد لله اللهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و أنقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرأن ولك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و أظهرت امننا وجمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سراً و علانية أو حىّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللهم على محمد وعلى أله وسلم .

مع تمنياتى بالتفوق وصادق الدعاء

محمود رجب رمضان

0122-5448031

Best wishes and sincere supplication superiority

Mahmoud Ragab Ramadan

0122 5448031

سلسلة المنار

معلم أول الكيمياء

مدرسة آل السعيد الثانوية

شبرا صورة

المشرف العام على مادة الكيمياء بموقع الثانوية العامة الجديدة

اسم الطالب / ....

الباب الخامس

الكيمياء العضوية

(الجزء الأول)

اللّهم إنى أعوذ بك من الهم و الحزن ، و اعوذ بك من العجز و الكسل ، و أعوذ بك من غلبة الدّين و قهر الرجال ، اللهم إنى أعوذ بك من الفقر إلا إليك و من الذل إلا لك و من الخوف إلا منك ، و أعوذ بك ان أقول زوراً أو أغشى فجوراً أو اكون بك مغروراً ، و أعوذ بك من شماتة الأعداء و عضال الداء و خيبة الرجاء ، اللهم إنى أعوذ بك من شر الخلق و همّ الرزق و سوء الخُلق يا أرحم الراحمين و يا رب العالمين .

مقدمة

مرحباً بك عزيزى طالب الصف الثالث الثانوى و تهنئة من القلب على إجتيازك الصف الثانى الثانوى بنجاح و نتمنى لك كل التوفيق فى هذا العام الجديد .

مذكرة المنار مع أطيب أمنياتى بالنجاح و التوفيق .

أهم أسباب التفوق فى الشهادة الثانوية (إن شاء الله)

❶ التقــوى : يجــب علــى الطالــب أن يتــق الله عــزو جــل فــى أفعالــه و أقوالــه حتــى يحصــل علــى العلــم عمــلا بقولــه تعالى " و اتقوا الله و يعلمكم الله " لذلك يجب عليه تبعاً لذلك ترك المعاصى و التوبة إلى الله توبة نصوحا.

❷ المحافظة على الصلاة في أوقاتها خاصة صلاة الفجر .

❸ اللجوء لله بكثرة الدعاء له و التوكل عليه فى التوفيق فى المذاكرة و تحصيل العلم.

❹ تنظيم الوقت جيداً و عمل جدول أسبوعى للمذاكرة بحيث تكون هناك ساعات فى اليوم لمذاكرة الدروس الجديدة و عمل الواجبات و ساعات أخرى لمراجعة القديم ، كما يراعى فى التنظيم أن تراجع كل مادة على الأقل مرة واحدة فى الأسبوع.

❺ قبــل المــذاكرة اقــرأ و لــو صــفحة واحــدة مــن القــرآن الكــريم بتركيــز شــديد و تمعــن و تــدبر حتــى يكــون ذهنــك صــافياً و بعد ذلك يبدأ عقلك فى التركيز فى تحصيل العلم فقط دون تشويش من أى مؤثر خارجى .

❻ ابدأ المذاكرة بدعاء قبل المذاكرة و اختمها بدعاء بعد المذاكرة .

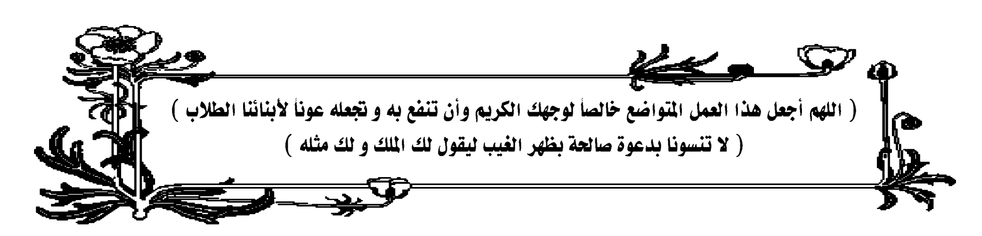
❼ أثناء المذاكرة حاول أن تستخدم عدة طرق لتثبيت المعلومات كالتالى : اقرأ الجزء الذى ستذاكره كاملاً أول مرة ثم قم بتقسيمه إلى عدة عناوين و أجزاء ثم ذاكر كل جزء على حدة بالصوت العالى مرة و بالقراءة مرة و بالكتابة مرة أخرى ثم ذاكر جميع الأجزاء معاً ثم قم بحل بعض الأسئلة على الدرس كاملاً .

🕮 دعاء قبل المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إنى أسألك فهم النبيين و حفظ المرسلين و إلهام الملائكة المقربين ، اللهم اجعل ألسنتنا عامرة بذكرك و قلوبنا بخشيتك و أسرارنا بطاعتك إنك على كل شئ قدير و حسبنا الله و نعم الوكيل " ❁

🕮 دعاء بعد المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إني أستودعك ما قرأت وما حفظت فرده علي عند حاجتي إليه يا رب العالمين " ❁



نبــذة تاريخيــة :

استخدم الإنسان ـِ حياته منذ القدم كثيراً من المواد التى استخلصها من الحيوانات و النباتات مثل : الدهون و الزيوت و السكر و الخل كما استخدم المصريون القدماء : العقاقير ـِ عمليات التحنيط و الأصباغ ذات الألوان الثابتة ـِ الرسم على معابدهم و التى مازالت ناصعة حتى الآن كما قسم **برزيليوس المركبات إلى نوعين :**

(أ) **المركبات العضوية** : هى مركبات تستخلص من مواد ذات أصل نباتى أو حيوانى .

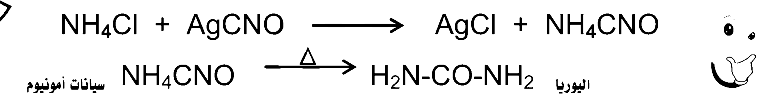
(ب) **المركبات غير العضوية** : هى مركبات تستخلص من مصادر معدنية من باطن الأرض .

نظرية القوى الحيوية (برزيليوس) ١٨٠٦م

تتكون المركبات العضوية داخل خلايا الكائنات الحية فقط بواسطة قوى حيوية و لا يمكن تحضيرها فى المختبر .

تحطيم نظرية القوى الحيوية (فوهلر) ١٨٢٨م

تمكن من تحضير اليوريا (البولينا) فى المختبر و هو " مركب عضوى يتكون فى بول الثدييات " و ذلك بتسخين المحلول المائى لمركبين غير عضويين هما كلوريد الأمونيوم و سيانات الفضة :



$$NH_4Cl + AgCNO \longrightarrow AgCl + NH_4CNO$$

$$\underset{\text{سيانات أمونيوم}}{NH_4CNO} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{اليوريا}}{H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2}$$

⇦ **كانت هذه هي البداية التي انطلقت منها العلماء ليملئوا الدنيا بمركباتهم العضوية ـِ شتى مناحى الحياة من عقاقير و منظفات و أصباغ و بلاستيك و أسمدة و مبيدات حشرية ... إلخ . (عدد المركبات العضوية أكثر من 10 مليون و عدد المركبات غير العضوية ½ مليون)**

⇦ **علل : أصبحت تعرف المادة العضوية على أساس بنيتها التركيبية و ليس على أساس مصدرها .**

لأن معظم المركبات العضوية التى تم تحضيرها ـِ المختبرات لا تتكون إطلاقاً داخل خلايا الكائنات الحية .

⇦ **علل : وفرة المركبات العضوية .**

جـ : لإختلاف قدرة ذرات الكربون على الإرتباط مع بعضها أو مع غيرها من الذرات بطرق عديدة فقد ترتبط بروابط أحادية أو ثنائية أو ثلاثية :

$$H-C\equiv N \qquad O=C=O \qquad H-\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}=O \qquad H-\underset{\underset{\displaystyle H}{|}}{\overset{\overset{\displaystyle H}{|}}{C}}-H$$

و ترتبط على هيئة سلاسل **مستمرة** أو سلاسل **متفرعة** أو حلقات **متجانسة** أو حلقات **غير متجانسة** :

حلقة غير متجانسة — **حلقة متجانسة** — **سلسلة متفرعة** — **سلسلة مستمرة**

و أمام هذا الكم الهائل من المركبات العضوية تمكن العلماء من تصنيفها بشكل منظم فى مجموعات قليلة العدد نسبياً حتى يسهل دراسة خواصها **كما** وضعوا أساساً لتسميتها .

☒ علم الكيمياء العضوية :

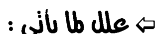
علم يهتم بدراسة مركبات عنصر الكربون باستثناء أكاسيد الكربون و أملاح الكربونات و السيانيد .

☒ علم الكيمياء غير العضوية :

علم يهتم بدراسة بقية العناصرالمعروفة و عددها (111 عنصر) أو أكثر .

نحضر بعض المواد **العضوية** الصلبة **مثل :** شمع البرافين و السائلة **مثل :** الجلسرين و بعض المواد **غير العضوية** الصلبة **مثل :** ملح الطعام و المواد السائلة **مثل :** الماء و نقارن بين خواصها في الجدول التالي :

وجه المقارنة	المركبات العضوية	المركبات غير العضوية
التركيب الكيميائى	يشترط أن تحتوى على عنصر الكربون	قد تحتوى على عناصر أخرى غير الكربون
الذوبان	لا تذوب في الماء غالباً وتذوب في المذيبات العضوية مثل البنزين .	تذوب في الماء غالباً
درجة الإنصهار	منخفضة	مرتفعة
درجة الغليان	منخفضة	مرتفعة
الرائحة	لها روائح مميزة غالباً	عديمة الرائحة غالباً
الإشتعال	تشتعل و ينتج دائماً H_2O , CO_2	غير قابلة للإشتعال غالباً
أنواع الروابط	روابط تساهمية	روابط أيونية و تساهمية
التوصيل الكهربى	مواد غير إلكتروليتية لا توصل التيار الكهربى لعدم قدرتها على التأين	مواد إلكتروليتية توصل التيار الكهربى غالباً لقدرتها على التأين
سرعة التفاعلات	بطيئة ؛ لأنها تتم بين الجزيئات	سريعة ؛ تتم بين الأيونات
البلمرة أو التجمع	تتميز بقدرتها على تكوين بوليمرات	لا توجد غالباً
المشابهة الجزيئية (الأيزوميرزم)	توجد بين كثير من المركبات	لا توجد غالباً


⇦ علل لما يأتى :

(١) عند إحتراق المركبات العضوية تشتعل و ينتج دائماً بخار الماء و ثانى أكسيد الكربون .

(٢) المركبات العضوية لا توصل التيار الكهربى و المركبات غير العضوية توصل التيار الكهربى غالباً .

(٣) المركبات العضوية تفاعلاتها بطيئة بينما المركبات غير العضوية تفاعلاتها سريعة .

★ **الصيغة الجزيئية :**

صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر فى الجزئ فقط و لا تبين طريقة ارتباط الذرات مع بعضها فى الجزئ .

★ **الصيغة البنائية :**

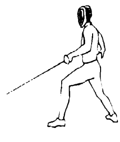
صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر فى الجزئ و تبين طريقة إرتباط الذرات مع بعضها بالروابط التساهمية .

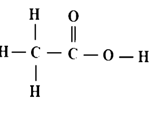
ملحوظـــــة

عدد الروابط التساهمية حول الذرة يبين تكافؤها فكل رابطة تساهمية واحدة تمثل تكافؤ واحد :

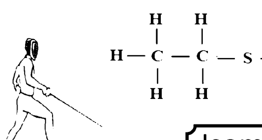
تكافؤ الكربون (C) = (4) و تكافؤ النيتروجين (N) = (3) و تكافؤ الأكسجين (O) = (2) و تكافؤ الهيدروجين (H) = (1) و تكافؤ الهالوجينات : الفلور (F) ، الكلور (Cl) ، البروم (Br) ، اليود (I) = (1) .

أمثلة :





```
    H    O
    |    ||
H — C  — C — O — H
    |
    H
```



```
     H     H
     |     |
H — C  — C  — S — H
     |     |
     H     H
```

المشابهة الجزيئية (التشكل) Isomerism

ظاهرة إتفاق بعض المركبات العضوية فى صيغة جزيئية واحدة و اختلافها فى الخواص الفيزيائية و الكيميائية نتيجة اختلافها فى الصيغة البنائية .

مثال: الصيغة الجزيئية C_2H_6O تمثل مركبين مختلفين تماماً فى الخواص هما :

	الكحول الإيثيلى (C_2H_5OH)	إثير ثنائى الميثيل (CH_3OCH_3)
	H–C(H)(H)–C(H)(H)–O–H	H–C(H)(H)–O–C(H)(H)–H
* درجـــــة الغليـــان :	78,5 $^{\circ}$c	– 29,5 $^{\circ}$c
* درجـــــة الإنصهار :	– 117,3 $^{\circ}$c	– 138 $^{\circ}$c
* التفاعل مع الصوديوم :	يتفاعل	لا يتفاعل

⇦ **علل : لا تكفى الصيغة الجزيئية للتعبير عن المركبات العضوية .**

⇦ **علل : الإيثانول و إثير ثنائى الميثيل متشاكلين جزيئيين .**

ملحوظـــــة : قد تظهر الصيغة البنائية كما لو كان الجزئ مُسطحاً ولكنه فى الواقع مجسم تتجه ذراته فى الأبعاد الفراغية الثلاثة و لذلك يستخدم **النماذج الجزيئية " و هى أنواع عديدة أحد هذه الأنواع يستخدم كرات من البلاستيك و تمثل فيه ذرات كل عنصر بلون معين و حجم معين "** .

مثال : **متشكلات** الصيغة الجزيئية C_5H_{12} هى :

```
                                                          H
                                                          |
   H   H   H   H   H         H   H   H   H             H—C—H
   |   |   |   |   |         |   |   |   |          H     |     H
H—C—C—C—C—C—H             H—C—C—C—C—H             |     |     |
   |   |   |   |   |         |   |   |   |          H—C———C———C—H
   H   H   H   H   H         H   H   |   H             |     |     |
                                  H—C—H                 H     |     H
                                     |                     H—C—H
                                     H                        |
                                                              H
```

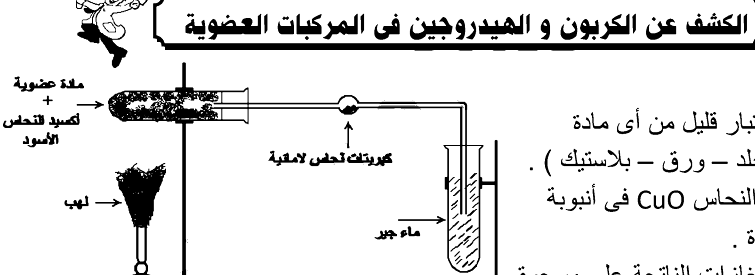
تدريب : ارسم الصيغة **البنائية** للمركبات الآتية :

CH_3OH , C_2H_2 , C_2H_4 , $C_2H_4Br_2$

الكشف عن الكربون و الهيدروجين فى المركبات العضوية

الخطـوات :

- ضع فى أنبوبة إختبار قليل من أى مادة عضوية (قماش – جلد – ورق – بلاستيك) .
- إخلطها مع أكسيد النحاس CuO فى أنبوبة إختبار تتحمل الحرارة .
- أمرر الأبخرة و الغازات الناتجة على مسحوق كبريتات النحاس اللامائية البيضاء ثم على ماء الجير .



المشاهـدة :

- يتحول لون كبريتات النحاس الأبيض إلى اللون الأزرق : مما يدل على أمتصاصها لبخار الماء الذى تكون من أكسجين أكسيد النحاس و هيدروجين المادة العضوية : $CuO + 2H \xrightarrow{\Delta} Cu + H_2O$
- يتعكر ماء الجير : مما يدل على خروج غاز ثانى أكسيد الكربون الذى تكون من أكسجين أكسيد النحاس و كربون المادة العضوية : $2CuO + C \xrightarrow{\Delta} 2Cu + CO_2$

الإستنتـاج : المركب العضوى يحتوى على عنصرى الكربون والهيدروجين .

☒ تصنيف المركبات العضوية

✍ يتكون البناء الأساسى لأى مركب عضوى من عنصرى الكربون و الهيدروجين فيما يعرف بالهيدروكربونات و تعتبر كافة أنواع المركبات العضوية الباقية مشتقات للهيدروكربونات .

الهيدروكربونـــات Hydrocarbons :

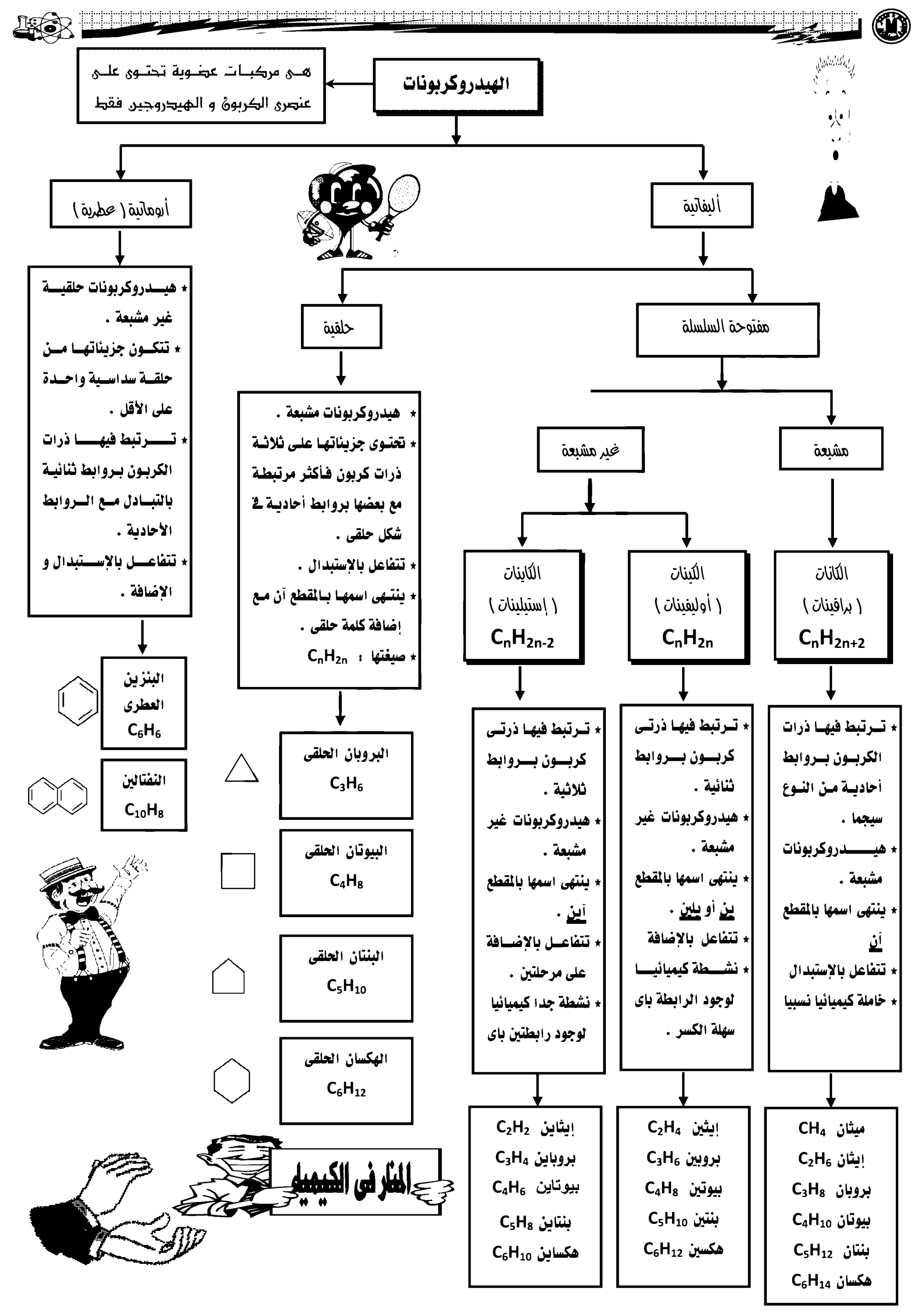
مركبات عضوية تحتوى على عنصرى الكربون و الهيدروجين فقط .

(رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذا بَاطِلاً سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ رَبَّنَا إِنَّكَ مَن تُدْخِلِ النَّارَ فَقَدْ أَخْزَيْتَهُ وَ مَا لِلظَّالِمِينَ مِنْ أَنصَارٍ رَّبَّنَا إِنَّنَا سَمِعْنَا مُنَادِيًا يُنَادِي لِلإِيمَانِ أَنْ آمِنُواْ بِرَبِّكُمْ فَآمَنَّا رَبَّنَا فَاغْفِرْ لَنَا ذُنُوبَنَا وَ كَفِّرْ عَنَّا سَيِّئَاتِنَا وَ تَوَفَّنَا مَعَ الأبْرَارِ رَبَّنَا وَ آتِنَا مَا وَعَدتَّنَا عَلَى رُسُلِكَ وَ لاَ تُخْزِنَا يَوْمَ الْقِيَامَةِ إِنَّكَ لاَ تُخْلِفُ الْمِيعَادَ)

[آل عمران : -]

"Our Lord! You have not created (all) this without purpose, glory to You! (Exalted be You above all that they associate with You as partners). Give us salvation from the torment of the Fire. *Our Lord! Verily, whom You admit to the Fire, indeed, You have disgraced him, and never will the Zaalimoon (polytheists and wrong-doers) find any helpers. *Our Lord! Verily, we have heard the call of one (**Muhammad** p.b.u.h.) calling to Faith: 'Believe in your Lord,' and we have believed. *Our Lord! Forgive us our sins and remit from us our evil deeds, and make us die in the state of righteousness along with Al-Abraar (those who are obedient to Allah and follow strictly His Orders). *Our Lord! Grant us what You promised unto us through Your Messengers and disgrace us not on the Day of Resurrection, for You never break (Your) Promise."

يجيء القرآن يوم القيامة كالرجل الشاحب يقول لصاحبه : هل تعرفني ؟ أنا الذي كنت أسهر ليلك ، واظميء هواجرك وإن كل تاجر من وراء تجارته ، وأنا لك اليوم من وراء كل تاجر ، فيعطى الملك بيمينه ، والخلد بشماله ، ويوضع على رأسه تاج الوقار ، ويكسى والداه حلتين لا تقوم لهم الدنيا وما فيها ، فيقولان : يا رب ! أنى لنا هذا ؟ فيقال : بتعليم ولدكما القرآن . وإن صاحب القرآن يقال له يوم القيامة : اقرا وارتق في الدرجات ، ورتل كما كنت ترتل في الدنيا ، فإن منزلتك عند آخر آية معك .



الهيدروكربونات
هى مركبات عضوية تحتوى على عنصرى الكربون و الهيدروجين فقط
أليفاتية
أروماتية (عطرية)
* هيدروكربونات حلقية غير مشبعة .
* تتكون جزيئاتها من حلقة سداسية واحدة على الأقل .
* ترتبط فيها ذرات الكربون بروابط ثنائية بالتبادل مع الروابط الأحادية .
* تتفاعل بالإستبدال و الإضافة .
البنزين العطرى C_6H_6
النفثالين $C_{10}H_8$
مفتوحة السلسلة
حلقية
* هيدروكربونات مشبعة .
* تحتوى جزيئاتها على ثلاثة ذرات كربون فأكثر مرتبطة مع بعضها بروابط أحادية فى شكل حلقى .
* تتفاعل بالإستبدال .
* ينتهى اسمها بالمقطع آن مع إضافة كلمة حلقى .
* صيغتها : C_nH_{2n}
البروبان الحلقى C_3H_6
البيوتان الحلقى C_4H_8
البنتان الحلقى C_5H_{10}
الهكسان الحلقى C_6H_{12}
مشبعة
غير مشبعة
الألكانات (برافينات) C_nH_{2n+2}
الألكينات (أوليفينات) C_nH_{2n}
الألكاينات (إستيلينات) C_nH_{2n-2}
* ترتبط فيها ذرات الكربون بروابط أحادية من النوع سيجما .
* هيدروكربونات مشبعة .
* ينتهى اسمها بالمقطع آن
* تتفاعل بالإستبدال
* خاملة كيميائيا نسبيا
* ترتبط فيها ذرتى كربون بروابط ثنائية .
* هيدروكربونات غير مشبعة .
* ينتهى اسمها بالمقطع ين أو يلين .
* تتفاعل بالإضافة
* نشطة كيميائيا لوجود الرابطة باى سهلة الكسر .
* ترتبط فيها ذرتى كربون بروابط ثلاثية .
* هيدروكربونات غير مشبعة .
* ينتهى اسمها بالمقطع آين .
* تتفاعل بالإضافة على مرحلتين .
* نشطة جدا كيميائيا لوجود رابطتين باى
ميثان CH_4
إيثان C_2H_6
بروبان C_3H_8
بيوتان C_4H_{10}
بنتان C_5H_{12}
هكسان C_6H_{14}
إيثين C_2H_4
بروبين C_3H_6
بيوتين C_4H_8
بنتين C_5H_{10}
هكسين C_6H_{12}
إيثاين C_2H_2
بروباين C_3H_4
بيوتاين C_4H_6
بنتاين C_5H_8
هكساين C_6H_{10}
المنار فى الكيمياء

أولا : الهيدروكربونات الأليفاتية مفتوحة السلسلة

١) الهيدروكربونات الأليفاتية المشبعة :

الألكانات Alkanes

هيدروكربونات أليفاتية مشبعة مفتوحة السلسلة ترتبط فيها ذرات الكربون بروابط أحادية من نوع سيجما قوية يصعب كسرها.

الألكانات :

١) تعتبر مركبات خاملة كيميائيا نسبياً (**علل**) لإحتوائها على روابط سيجما القوية صعبة الكسر .

٢) ينتهى اسمها بالمقطع (آن ← ane) مثل : البروبـــان ، البيوتـــان ، .... .

٣) **صيغتها العامة** C_nH_{2n+2} .

٤) كل مركب يزيد عن الذى يسبقه فى سلسلة الألكانات بمجموعة - CH_2 - .

٥) **توجد بكميات كبيرة في النفط الخام ويتم فصلها عن بعضها بواسطة التقطير التجزيئى .**

* **أمثلة** :

الميثان يوجد بنسبة ٪ 50 إلى ٪ 90 فى الغاز الطبيعى المستخدم حالياً كوقود فى المنازل .

يعبأ البروبان و البيوتان [البوتاجاز] فى اسطوانات و يستخدم كوقود أيضاً .

الألكانات الأطول فى السلسلة الكربونية توجد فى الكيروسين و الديزل و زيوت التشحيم .

استخدامات الألكانات : تستخدم كوقود و مواد أولية في تحضير العديد من المركبات العضوية الأخرى .

جدول يبين أسماء و صيغ العشرة مركبات الأولى فى سلسلة الألكانات

الاســـــم	الصيغة بالتفصيل (مكونات المركب)	الصيغة
ميثان	CH_4	CH_4
إيثان	$CH_3 - CH_3$	C_2H_6
بروبان	$CH_3 - CH_2 - CH_3$	C_3H_8
بيوتان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	C_4H_{10}
بنتان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	C_5H_{12}
هكسان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	C_6H_{14}
هبتان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	C_7H_{16}
أوكتان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	C_8H_{18}
نونان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	C_9H_{20}
ديكان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	$C_{10}H_{22}$

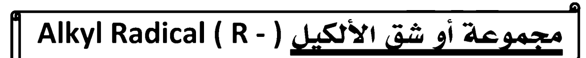
ملاحظات على الجدول : النصف **الأول** من الأسم يعبر عن عدد ذرات الكربون في المركب فمثلاً (ميث = ١ ، إيث = ٢ ، بروب = ٣ ، بيوت = ٤ ، بنت = ٥ ، ... إلخ) و النصف **الثاني** يعبر عن العائلة التى ينتمى إليها المركب .

★ **السلسلة المتجانسة** :

مجموعة من المركبات يجمعها قانون جزيئي عام تشترك في خواصها الكيميائية و تتدرج في خواصها الفيزيائية.

ـ كل مركب فيها يزيد عن الذى يسبقه بمجموعة ميثيلين — CH_2 — .

علل : الألكانات (الألكينات – الألكاينات) تكون سلاسل متجانسة .



مجموعة أو شق الألكيل Alkyl Radical (R -)

هي مجموعة ذرية لا توجد منفردة تشتق من الألكان المقابل بعد نزع ذرة هيدروجين منه .

$$R - H \xrightarrow{-H} —R$$

التسمية : من اسم الألكان المشتقه منه باستبدال المقطع (آن) بالمقطع (يل) .

الصيغة العامة : C_nH_{2n+1} .

هاليد الألكيل	أمثلة شق ألكيل C_nH_{2n+1}	أمثلة الألكان C_nH_{2n+2}
كلوريد ميثيل CH_3Cl	ميثيل $- CH_3$	ميثان CH_4
بروميد إيثيل $C_2H_5B_r$	إيثيل $- C_2H_5$	إيثان C_2H_6
يوديد البروبيل C_3H_7I	بروبيل $- C_3H_7$	بروبان C_3H_8
كلوريد بيوتيل C_4H_9Cl	بيوتيل $- C_4H_9$	بيوتان C_4H_{10}

★ **تسمية الألكانات** :

١- التسمية الشائعة : استخدم الكيميائيون القدماء أسماء للمركبات العضوية القليلة التى كانوا يعرفونها و كانت هذه الأسماء تشير غالباً إلى **المصدر** الذى استخلص منه هذا المركب (الاسم الشائع أو القديم للألكانات : **البارافينات**) .

٢- تسمية الأيوباك : مع التقدم المستمر و كثرة المركبات العضوية اتفق علماء الإتحاد الدولى للكيمياء البحتة و التطبيقية (International Union of Pure and Applied Chemistry = IUPAC) على اتباع نظام معين فى تسمية أى مركب عضوى تجعل كل من يقرأه **أو** يكتبه يتمكن من التعرف الدقيق على بناء هذا المركب .

خطوات التسمية بنظام أيوباك

١- تحدد أطول سلسلة كربونية متصلة (سواء كانت مستقيمة أو متفرعة) ومنها يحدد اسم الألكان :

```
H3C–CH2–CH–CH2–CH3
        |
        CH3
```
السلسلة الأساسية : البنتان

```
      H3C–CH–CH2–CH2–CH3
          |
H3C–CH2–CH
          |
          CH3
```

⇦ **علل : ينسب المركب** $CH_3 - CH(CH_2 - CH_2 - CH_3) - CH_2 - CH_2 - CH_3$ **إلى الهبتان و ليس إلى البنتان .**

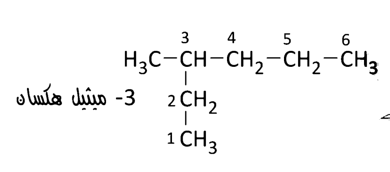
⇦ **نبدأ كتابة الإسم برقم ذرة الكربون التى يخرج منها الفرع ثم اسم الفرع و تنتهى التسمية باسم الألكان .**

٢- ترقيم ذرات الكربون :

☜ إذا كانت أطول سلسلة كربونية **خالية من التفرعات** ترقم ذرات الكربون **من أى طرف** فى السلسلة .

☜ إذا كانت أطول سلسلة كربونية **متصلة بتفرعات** (مجموعة ألكيل أو أى ذرات أخرى) **يبدأ** ترقيم السلسلة من الطرف **الأقرب لمكان التفرع (و نبدأ كتابة الإسم برقم ذرة الكربون التى يخرج منها الفرع ثم اسم الفرع و تنتهى التسمية باسم الألكان)**

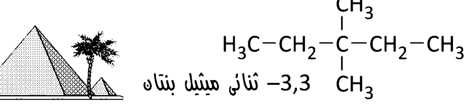
```
 5    4     3    2   1
H3C–CH2–CH2–CH–CH3
             |
             CH3
+ 3HNO3
H2SO4
```



٣- إذا تكررت المجموعة الفرعية فى السلسلة الكربونية :

تستخدم المقدمات ثنائى أو ثلاثى أو رباعى للدلالة على عدد التكرار .

```
          CH3
          |
H3C–CH2–C–CH2–CH3
          |
          CH3
```
3,3– ثنائى ميثيل بنتان



٤- إذا كان التفرع ذرة هالوجين :

مثل الكلور أو البروم أو مجموعة النيترو (NO_2^- **) فيكتب اسمها منتهياً بحرف (و) فيقال كلورو أو برومو أو نيترو :**

```
H3C–CH–CH3
    |
    Br
```
2- برومو بروبان

```
    Cl
    |
H3C–C–CH2–CH3
    |
    Cl
```
2,2– ثنائى كلورو بنتان

٥- إذا كانت الفروع مختلفة (مجوعة الأكيل و هالوجينات مثلاً) فتكتب **حسب الترتيب الأبجدى لأسمائها اللاتينية :**

```
          CH3       Cl
          |         |
H3C–CH2–C–CH2–CH–CH3
          |
          CH3
```
2-كلورو - 4,4– ثنائى ميثيل هكسان

```
H3C–CH–CH–CH3
    |   |
   CH3  Br
```
2-برومو-3-ميثيل بيوتان

بعض الأسماء اللاتينية للمجموعات و التفرعات مرتبة حسب الحروف اللاتينية

[$-NO_2$] (Nitro) نيترو	[-F] (Floro) فلورو	[-Br] (Bromo) برومو
[$-C_6H_5$] (Phenyl) فينيل	[-I] (Iodo) أيودو	[-Cl] (Chloro) كلورو
[$-C_3H_7$] (Propyle)بروبيل	[$-CH_3$] (Methyl) ميثيل	[$-C_2H_5$] (Ethyle) إيثيل

⇦ علل : لا يسمى المركب

```
CH3 - CH - CH2 - CH3
      |
      C2H5
```

٢- إيثيل بيوتان .

⇦ علل : لا يسمى المركب

```
      Br
      |
CH3 - CH - CH2 - CH3
```

٣- بروموبيوتان .

تدريب : **أكتب أسماء المركبات الآتية حسب نظام الأيوباك** :

```
H3C—CH—CH—CH3
    |   |
    CH2 CH3
    |
    CH3
```

```
H3C—CH—CH2—CH2—CH—CH2—CH—CH3
    |          |       |
    CH3        CH2     CH3
               |
               CH3
```

```
H3C—CH—CH2—CH2—CH—CH3
    |          |
    CH2        CH2
    |          |
    CH3        CH3
```

```
              CH3
              |
H3C—CH2—CH—C—CH—CH2—CH2—CH3
        |   |  |
        CH3 CH3CH3
```

```
CH3 - CH2 - CH - CH - CH3
            |    |
            C2H5 CH3
```

```
            Cl
            |
CH3 - CH - CH - CH3
      |
      C2H5
```

....

```
CH3 - CH  -  CH - CH3
      |      |
      CH2    C2H5
      |
      CH3
```

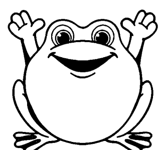
```
             Cl
             |
CH3 - CH  -  C - CH3
      |      |
      CH3    Br
```

....

اللهم إنك تعلم أنى عرفتك على مبلغ إمكانى ، فاغفر لى فإن معرفتى إياك وسيلتى إليك

س : أكتب الصيغة البنائية للمركبات الآتية ثم حدد خطأ التسمية ثم أكتب التسمية الصحيحة لها حسب نظام الأيوباك :

- 4,2,2- ثلاثى ميثيل بنتان .
- 3- ميثيل بيوتان .
- 6,3- ثنائى ميثيل أوكتان .
- 4- إيثيل -7,2- ثنائى ميثيل أوكتان .
- 1- برومو-1- كلورو – 2,2,2- ثلاثى فلورو إيثان .
- 3,2- ثنائى إيثيل بيوتان .
- 4,3- ثنائى ميثيل بنتان .
- 4,3,3- ثلاثى ميثيل هكسان .
- 3 - ميثيل -2- إيثيل بيوتان .
- 4,4- ثنائى كلورو بنتان .
- 3,3,2- ثلاثى ميثيل بيوتان .
- 2- إيثيل -3- ميثيل بيوتان .



الميثان CH_4 (Methane)

♣ هو أول سلسلة الألكانات و يعتبر **أبسط** المركبات العضوية على الإطلاق .

♣ يوجد بنسبة 90 % فى الغاز الطبيعى **الموجود فى** باطن الأرض أو مصاحباً للبترول .

⇦ **علل: قد تتعرض مناجم الفحم للانفجار .**

جـ : **نتيجة إشتعال غاز الميثان الموجود فى مناجم الفحم .**

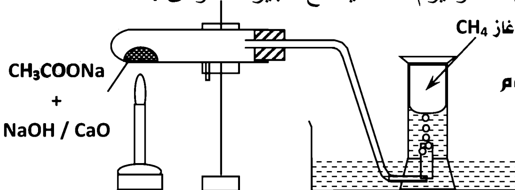
♣ يخرج على هيئة فقاعات من قاع المستنقعات نتيجة تحلل المواد العضوية .

⇦ **علل: يسمى غاز الميثان غاز المستنقعات .**

جـ : **لأنه يخرج على هيئة فقاقيع من قاع المستنقعات نتيجة لتحلل المواد العضوية .**

تحضير الميثان فى المختبر

بواسطة **التقطير الجاف** لملح أسيتات (خلات) الصوديوم اللامائية مع الجير الصودى .



الجير الصودى :

عبارة عن خليط من هيدروكسيد الصوديوم و الجير الحى [NaOH + CaO] .

فائدة الجير الحى [CaO] :

يساعد على خفض درجة انصهار خليط التفاعل

$$CH_3COONa + NaOH \xrightarrow[CaO]{\Delta} CH_4 + Na_2CO_3$$

⇦ **علل : يستخدم الجير الصودى بدلاً من الصودا الكاوية عند تحضير الميثان فى المعمل .**

لأنه خليط من الصودا الكاوية NaOH **و** الجير الحى CaO و **لا يدخل الجير الحى** فى التفاعل إنما يساعد على خفض درجة إنصهار خليط التفاعل ، يمتص بخار الماء .

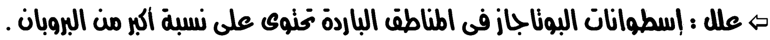
الخواص العامة للألكانات

أولاً : الخواص الفيزيائية :

- المركبات **الأربعة** الأولى منها عبارة عن غازات فى درجة الحرارة العادية :

- **الميثان** يستخدم كوقود فى المنازل .

- خليط **البروبان و البيوتان " البوتاجاز "** يسال و يعبأ فى اسطوانات و تستخدم كوقود (**نسبة البروبان فى مخلوط البوتاجاز تكون أكثر فى المناطق الباردة بينما فى المناطق الدافئة يحتوى المخلوط على نسبة أعلى من البيوتان**) .



⇦ **علل : إسطوانات البوتاجاز فى المناطق الباردة تحتوى على نسبة أكبر من البروبان .**

لأن البروبان **أكثر** تطايراً من البيوتان **أى أقل** فى درجة الغليان .

الألكانات الوسطى :

تحتوى على 5 إلى 17 ذرة **كربون** سوائل مثل : الكيروسين والجازولين و يستخدما كوقود .

الألكانات العليا :

الألكانات التى تحتوى على أكثر من **17** ذرة كربون مواد صلبة مثل : شمع البرافين .

⇦ **علل : تغطى الفلزات بالألكانات الثقيلة مثل الشحم .**

لحمايتها من التآكل لأن الألكانات مواد غير **قطبية لا تذوب** فى الماء .

بزيادة عدد ذرات الكربون تزداد الكتلة الجزيئية و بالتالى تزداد كثافة المركب العضوى و تزداد درجة غليانه .

ثانياً : الخواص الكيميائية للألكانات

⇦ **علل : الألكانات خاملة نسبياً من الناحية الكيميائية .**

لأنها مركبات مشبعة جميع الروابط فيها أحادية من نوع سيجما القوية التى يصعب **كسرها إلا** تحت ظروف خاصة .

أولاً : الإحتراق :

تحترق الألكانات و ينتج غاز ثانى أكسيد الكربون و بخار الماء و هى تفاعلات طاردة للحرارة **لـذا** تستخدم **كوقود :**

$$CH_4 + 2O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + 2H_2O + \text{طاقة}$$

ثانياً : التفاعل مع الهالوجينات (الهلجنة) :

تتفاعل الألكانات مع الهالوجينات بالتسخين إلى 400^0 c **أو** فى وجود الأشعة فوق البنفسجية UV فى سلسلة من تفاعلات الإستبدال Substitution Reactions **و يتوقف الناتج على** نسبة كل من الألكان و الهالوجين فى خليط التفاعل :

➢ CH_4 (ميثان) + $Cl_2 \xrightarrow{uv} CH_3Cl + HCl$ **كلورو ميثان (كلوريد الميثيل)**

➢ $CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{uv} CH_2Cl_2 + HCl$ **ثنائى كلورو ميثان (كلوريد الميثيلين)**

- $CH_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{uv} CHCl_3 + HCl$ ثلاثى كلورو ميثان (الكلوروفورم)
- $CHCl_3 H_3 + Cl_2 \xrightarrow{uv} CCl_4 + HCl$ رباعى كلورو ميثان (رابع كلوريد الكربون)

س : وضح بالمعادلات نواتج تفاعل الإيثان مع الكلور – اكتب الصيغ البنائية لها .

س : وضح بالمعادلات كيف تحصل على : الكلوروفورم من الميثان .

ثالثاً : التكسير الحراري الحفزي :

✍ **تجرى** هذه العملية أثناء تكرير البترول و ذلك لتحويل النواتج البترولية طويلة السلسلة الثقيلة (ذات الأهمية الإقتصادية القليلة) إلى جزيئات أصغر و أخف (أكثر إستخداماً) **تتم عملية التكسير** بتسخين منتجات البترول **الثقيلة** إلى درجات حرارة عالية تحت ضغط مرتفع فى وجود عوامل حفازة فينتج نوعين من المنتجات :

أ) **ألكانات قصيرة السلسلة** : مثل **الجازولين** و تستخدم **كوقود للسيارات** .

ب) **ألكينات قصيرة السلسلة** : مثل **الإيثين** و **البروبين** و تستخدم فى صناعة **البوليمرات** .

- C_8H_{18} (أوكتان) $\xrightarrow[\text{عامل حفاز}]{\text{ضغط - حرارة}}$ C_4H_8 (بيوتين) + C_4H_{10} (بيوتان)

س : ما هى نواتج التكسير الحراري الحفزي للديكان ($C_{10}H_{22}$) .

استخدامات المشتقات الهالوجينية للألكانات

اسم المادة	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	الإستخدام
الكلوروفورم (ثلاثى كلورو ميثان)	$CHCl_3$	$H-C(Cl)(Cl)-Cl$	أستخدم قديماً كمخدر . ⇦ **علل : توقف استخدام الكلوروفورم كمخدر .** لأن الجرعات الغير دقيقة منه تسبب الوفاة
الهالوثان (2 – برومـــو – 2 – كلـــورو – 1,1,1 – ثلاثى فلورو إيثان)	$C_2HBrClF_3$	$H-C(Cl)(Br)-C(F)(F)-F$	يستخدم كمخدر أكثر أماناً من الكلوروفورم
1,1,1 – ثلاثى كلورو إيثان	$C_2H_3Cl_3$	$H-C(H)(H)-C(Cl)(Cl)-Cl$	يستخدم فى عمليات التنظيف الجاف .

اللّهم إنى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة و المسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و الفسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم و البكم و الجذام و الحذام و سيئ الأسقام .

تابع إستخدامات المشتقات الهالوجينية للألكانات

اسم المادة	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	الإستخدام
الفريونات أ) رابع فلوريد الكربون (رباعى فلورو ميثان)	CF_4	F–C(F)(F)–F	**تستخدم بكميات كبيرة فى :** - أجهزة التكييف والثلاجات . - مواد دافعة للسوائل والروائح . - منظفات للأجهزة الإلكترونية .
ب) ثنـــائى كلــورو – ثنائى فلورو ميثان	CF_2Cl_2	F–C(F)(Cl)–Cl	

مميزات الفريونات :

١- رخص ثمنها . ٢- سهولة إسالتها . ٣- غير سامة . ٤- لا تسبب تآكل المعادن .

عيوب الفريونات :

تسبب تآكل طبقة الأوزون التى تقى الأرض من أخطار الأشعة فوق البنفسجية .

الأهمية الإقتصادية للألكانات

١) الحصول على الكربون المجزأ : (أسود الكربون)

⌗ يمكن الحصول عليه بتسخين الميثان بمعزل عن الهواء لدرجة 1000 °c .

➢ $CH_4 \xrightarrow[\text{معزل عن الهواء}]{1000^\circ C} C + 2H_2$

الإستخدام :

صناعة إطارات السيارات - صبغة فى : الحبر الأسود - البويات - ورنيش الأحذية .

٢) الحصول على الغاز المائى :

✍ **الغاز المائى : خليط من غازى الهيدروجين و أول أكسيد الكربون .**

⌗ يمكن الحصول عليه بتسخين الميثان مع بخار الماء عند درجة حرارة 725 ° C .

➢ $CH_4 + H_2O \xrightarrow[\text{عامل حفاز}]{725^\circ C} CO + 3H_2$

الإستخدام :

وقود قابل للإشتعال – مادة مختزلة .

س : من أسيتات الصوديوم كيف تحصل على :

١ - أسود الكربون .

٢ - الغاز المائى .

٣ - الكلوروفورم .

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم

(ب) الهيدروكربونات الأليفاتية الغير مشبعة مفتوحة السلسلة

١) الألكينات(الأوليفينات) Alkenes

١) هيدروكربونات أليفاتية غير مشبعة مفتوحة السلسلة الكربونية .
٢) ترتبط فيها ذرات الكربون برابطة مزدوجة على الأقل أحداها من النوع سيجما قوية صعبة الكسر و الأخرى من النوع باى ضعيفة سهلة الكسر **مما يفسر نشاط الألكينات** .
٣) **تعتبر مشتقات** من الألكانات و ذلك بإنتزاع ذرتى هيدروجين من جزئ الألكان المقابل .
٤) تكون **سلسلة** متجانسة قانونها العام هو C_nH_{2n} .
٥) أول أفرادها هو الإيثين و **الإسم الشائع له هو الإيثيلين** .

ألكين		$- H_2$	ألكان	
إيثين	C_2H_4	←	إيثان	C_2H_6
بروبين	C_3H_6	←	بروبـــان	C_3H_8
بيوتين	C_4H_8	←	بيوتان	C_4H_{10}

⇦ **علل : الألكينات مركبات غير مشبعة بينما الألكانات مركبات مشبعة .**

لإحتواء الألكينات على روابط من نوع باى (π) ضعيفة **سهلة الكسر** بينما الألكانات كل الروابط بها أحادية من نوع سيجما قوية صعبة الكسر .

تسمية الألكينات :

١- تتبع نفس الخطوات التى اتبعناها فى تسمية الألكانات مع استبدال المقطع (آن) بالمقطع (ين) على أن يسبق هذا الإسم رقم ذرة الكربون فى الرابطة المزدوجة من الناحية الأقرب إلى بداية السلسلة :

$CH_3 - CH = CH_2$ 1- بروبين

$CH_3 - CH = CH - CH_2 - CH_3$ 2- بنتين

٢- يبدأ الترقيم من الطرف الأقرب إلى الرابطة المزدوجة بغض النظر عن موقع أى مجموعات أخرى :

$CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$ (Cl على ذرة الكربون الأولى)   4-كلورو-1- بيوتين

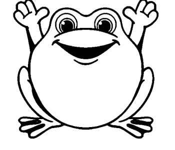
$CH_2 = CH - CH_2 - CH - CH_3$ (CH_3 على ذرة الكربون الرابعة)   2-ميثيل -1- بنتين

$CH_3 - CH = C - CH_3$ (CH_3 على ذرة الكربون الثالثة)   2- ميثيل -2- بيوتين

تدريب

س١ : أكتب وجه الإعتراض على التسميات التالية ثم أكتب الإسم الصحيح و صيغته البنائية :

3- بنتين .   2,2- ثنائى ميثيل -3- بنتين .

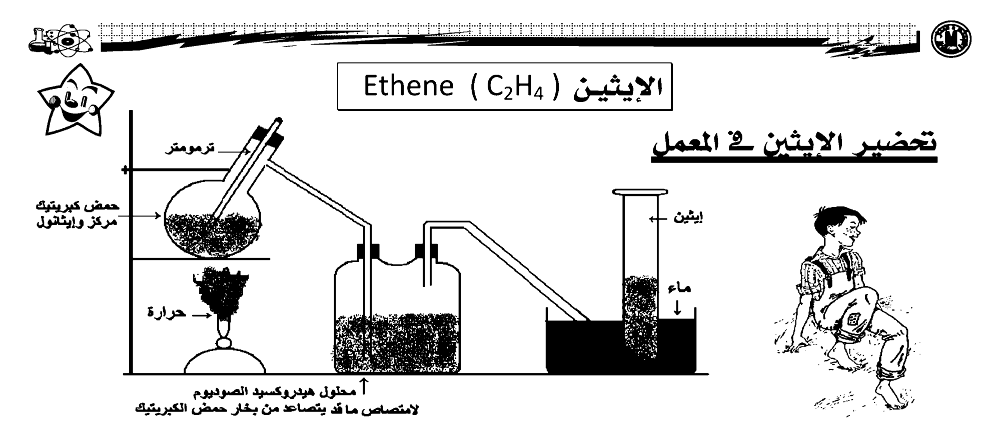


س٢ : أكتب الصيغة البنائية لكل مما يلى :

4- كلورو - 4- ميثيل -2- بنتين . 4- بروبيل - 2- هبتين .

Ethene (C_2H_4) الإيثين

تحضير الإيثين في المعمل



يُحضر الإيثين بانتزاع **جزئ ماء** من الكحول الإيثيلى (الإيثانول) بواسطة حمض الكبريتيك المركز الساخن إلى $180^{\circ}C$ و **يتم هذا التفاعل** على **خطوتين** :

١- يتفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك عند $80^{\circ}C$ ليتكون **كبريتات إيثيل هيدروجينية** :

$$CH_3CH_2OH + H\text{-}OSO_3H \xrightarrow{80^{\circ}C} CH_3CH_2OSO_3H + H_2O$$

٢- تتحل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية بالحرارة عند $180^{\circ}C$ ليتكون **الإيثين** :

$$H\text{-}CH_2CH_2\text{-}OSO_3H \xrightarrow[180^{\circ}C]{\Delta} H_2C{=}CH_2 + H_2SO_4$$

----- **بالجمع** -----

$$H\text{-}CH_2CH_2\text{-}OH \xrightarrow[180^{\circ}C]{H_2SO_4} H_2C{=}CH_2 + H_2O$$

✍ **نلاحظ أن حمض الكبريتيك يقل تركيزه (يصبح مخفف) باستمرار التفاعل لأنه يعمل على نزع الماء .**

الخواص العامة للألكينات

أ) الخواص الفيزيائية :

✍ المركبات **الأولى** من سلسلة الألكينات **غازات** و المركبات التى تحتوى من 5 - 15 ذرة كربون **سوائل** و المركبات **الأعلى** مواد **صلبة** .

✍ الألكينات مواد غير قطبية لا تذوب فى الماء و إنما تذوب فى **المذيبات العضوية** مثل الإثير و البنزين و رابع كلوريد الكربون CCl_4 .

ب) الخواص الكيميائية :

⇦ **علل : الألكينات أكثر نشاطاً من الألكانات .**

جـ : لأن الألكينات مركبات **غير مشبعة** تحتوى على روابط مزدوجة أحدهما من نوع **باى** (π) الضعيفة سهلة الكسر بينما الألكانات مركبات **مشبعة** جميع الروابط فيها أحادية من نوع **سيجما** قوية صعبة الكسر

أولاً: تفاعل الإحتراق

تشتعل الألكينات فى الهواء من خلال تفاعل طارد للحرارة و ينتج ثانى أكسيد الكربون و بخار الماء :

➢ $C_2H_4 + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2CO_2 + 2H_2O + heat$

ثانياً : تفاعلات الإضافة

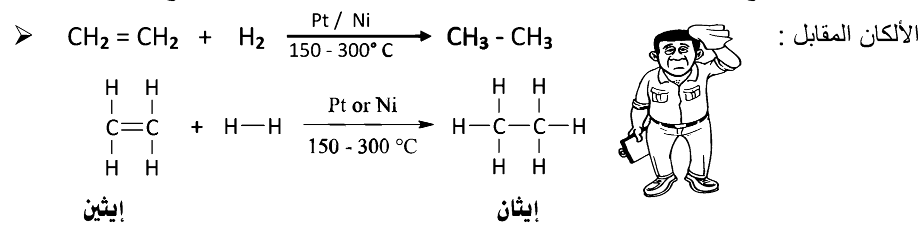
تفاعلات يتم فيها كسر الرابطة باى و تحويل المركبات غير المشبعة إلى مركبات مشبعة .

من أمثلة تفاعلات الإضافة ما يلى :

(أ) إضافة الهيدروجين (الهدرجة) :

تتفاعل الألكينات مع الهيدروجين فى وجود **عوامل** حفازة مثل النيكل أو البلاتين مع التسخين و **يتكون** الألكان المقابل :

➢ $CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow[150 - 300° C]{Pt / Ni} CH_3 - CH_3$



ملحوظة خطيرة جداً : تحتاج كل رابطة باى π مول واحد من الهيدروجين لكسرها

ب) إضافة الهالوجينات (الهلجنة) :

✍ يستخدم هذا التفاعل **للكشف عن عدم التشبع** فى الألكينات .

➢ $CH_2 = CH_2 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} CH_2Br - CH_2Br$

إيثين + البروم ⟵ 2,1- ثنائى برومو إيثان (مركب عديم اللون)

⇦ **علل : يزول لون البروم الأحمر عند رج الإيثين مع البروم المذاب فى رابع كلوريد الكربون .**

جـ : لأن الإيثين مركب غير مشبع يحتوى على رابطة باى سهلة الكسر فيتفاعل مع البروم و يزول لونه الأحمر و يتكون 2,1- ثنائى برومو إيثان **(مركب عديم اللون) .**

س : كيف تميز عملياً : بين الإيثان و الإيثين .

نضيف إلى كل منهما البروم المذاب فى رابع كلوريد الكربون و نرج الأنبوبتين فيزول لون البروم الأحمر فى أنبوبة الإيثين و يتكون 2,1- ثنائى برومو إيثان **عديم اللون** و يظل لون البروم الأحمر فى أنبوبة الإيثان لعدم تفاعله معه .

جـ) إضافة هاليدات الهيدروجين (الأحماض الهالوجينية HX) :

تتكسر الرابطة باى و تضاف ذرة **هيدروجين** لإحدى ذرتى كربون الرابطة باى و ذرة **الهالوجين** لذرة الكربون الأخرى و يتكون هاليد الألكيل المُقابل **و يتوقف ناتج الإضافة على نوع الألكين :**

الألكين المتماثل

ألكين تتصل فيه ذرتى كربون الرابطة المزدوجة بعدد متساو من ذرات الهيدروجين .

الألكين غير المتماثل

ألكين تتصل فيه ذرتى كربون الرابطة المزدوجة بعدد غير متساو من ذرات الهيدروجين .

⇦ **علل : يعتبر " 1 - بيوتين " ألكين غير متماثل بينما " 2 - بيوتين " ألكين متماثل .**

١) اذا كان الألكين متماثل :

فإنــه تضـاف ذرة الهيـدروجين إلـى أى مـن ذرتـى الكربـون و تضـاف ذرة الهـالوجين إلـى ذرة الكربـون الأخرى :

➢ $CH_2 = CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3 - CH_2Br$

```
H   H                         H   H
|   |                         |   |
C = C   +   H—Br  ———→    H — C — C — Br     بروميد إيثيل ( برومو إيثان )
|   |                         |   |
H   H                         H   H
إيثين                        برومو إيثان
```

٢) اذا كان الألكين غير متماثل :

فإنه تضاف ذرة الهيدروجين إلى ذرة الكربون **الأغنى بالهيدروجين** " المتصلة بعدد أكبر من ذرات الهيدروجين " بينما تضاف ذرة الهالوجين إلى ذرة الكربون **الأفقر بالهيدروجين** " المتصلة بعدد أقل من ذرات الهيدروجين " و تسمى هذه القاعدة **(قاعدة ماركونيكوف) .**

➢ $CH_3 - CH = CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3 - CHBr - CH_3$

```
    H   H   H                      H   H   H
    |   |   |                      |   |   |
H — C — C = C — H   +   HBr  ———→  H — C — C — C — H
    |                              |   |   |
    H                              H   Br  H
  بروبين                          ٢- برومو بروبان
```

اللهم إنك تعلم أنى عرفتك على مبلغ إمكانى ، فاغفر لى فإن معرفتى إياك وسيلتى إليك

قاعدة ماركونيكوف

عند إضافة متفاعل غير متماثل (HX أو H-OSO$_3$H أو H-OH) إلى ألكين غير متماثل فإن الجزء الموجب من المتفاعل (H^+) يضاف إلى ذرة الكربون الحاملة لعدد أكبر من ذرات الهيدروجين و الجزء السالب (X^-) يضاف إلى ذرة الكربون الحاملة لعدد أقل من ذرات الهيدروجين .

من المتفاعلات غير المتماثلة (هاليدات الهيدروجين / حمض الكبريتيك / الماء)

⇦ علل : لا يتكون " 1- برومو بروبان " عند إضافة بروميد الهيدروجين إلى البروبين .

جـ : لأن البروبين ألكين غير متماثل فتتم الإضافة على حسب قاعدة ماركونيكوف + يكتب **تعريف القاعدة** + **تكتب المعادلة** .

س : وضح بالمعادلات الكيميائية كيف تحصل على ما يلى :

١) الإيثان من كبريتات الإيثيل الهيدروجينية .

٢) بروميد الإيثيل من الإيثانول .

٣) 2,1- ثنائى برومو إيثان من الإيثانول .

د) إضافة الماء (هيدرة حفزية غير مباشرة) :

⇦ علل : لا يتم تفاعل الألكينات مع الماء إلا فى وجود وسط حمضى .

جـ : لتوفير أيون الهيدروجين H^+ نظراً لأن الماء إلكتروليت ضعيف فيكون تركيز أيون الهيدروجين ضعيف فلا يستطيع كسر الرابطة المزدوجة .

١) يضاف حمض الكبريتيك أولا إلى الإيثين فتتكون كبريتات الإيثيل الهيدروجينية

➢ $CH_2 = CH_2 + H - OSO_3H \xrightarrow[80\ ^\circ C]{} CH_3 - CH_2 - OSO_3H$

٢) التى تتحلل مائيا مكونة الكحول الإيثيلى :

➢ $CH_3 - CH_2 - OSO_3H + H- OH \xrightarrow[110\ ^\circ]{} CH_3 - CH_2 - OH + H_2SO_4$

و يمكن كتابة المعادلتين السابقتين على الصورة :

➢ $CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow[110\ ^\circ C]{H_2SO_4} CH_3 - CH_2 - OH$

⇦ علل : تختلف نواتج تحلل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية مائياً عن نواتج تحللها حرارياً .

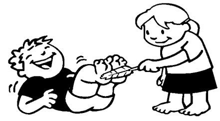
⇦ س : قارن بالمعادلات فقط بين : التحلل الحرارى و التحلل المائى لكبريتات الإيثيل الهيدروجينية .

س : كيف تحصل على :

١- كبريتات الإيثيل الهيدروجينية من كل من (الإيثين ، الإيثانول) .

٢- الإيثان من كبريتات الإيثيل الهيدروجينية .

٣- الإيثانول من الإيثين و العكس .



ثالثاً : تفاعلات الأكســــدة

✍ تتأكسد الألكينات بالعوامل المؤكسدة مثل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 أو محلول برمنجانات البوتاسيوم **القلوية** و يتكون **مركبات ثنائية الهيدروكسيل** تسمى **الجلايكولات** حيث يتم تفاعل إضافة و تنكسر الرابطة باى و يزول لون البرمنجانات البنفسجى .

★ **تفاعل باير :**

هو أكسدة الإيثين بمحلول برمنجانات البوتاسيوم فى وجود وسط قلوى مكونا إيثلين جليكول .

$$CH_2 = CH_2 + H_2O + [O] \xrightarrow[\text{وسط قلوى}]{KMnO_4} \underset{|}{\overset{OH}{}}CH_2 - \overset{OH}{\underset{}{|}}CH_2$$

يعتبر تفاعل باير إختبار هام للكشف عن وجود الرابطة المزدوجة فعند إمرار الإيثين فى محلول برمنجنات البوتاسيوم فى وسط قلوى يزول لون برمنجنات البوتاسيوم البنفسجية .

س : ما دور محلول برمنجانات البوتاسيوم القلوية فى تفاعل باير ؟

✍ مادة مؤكسدة تعمل على كسر الرابطة باى و بالتالى يحدث تفاعل إضافة .

⇦ **علل : الإيثيلين جليكول هو المادة الأساسية المانعة لتجمد الماء فى مبردات السيارات .**

جـ : لأنه يكون روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء فيمنع تجمع جزيئات الماء مع بعضها على هيئة بلورات ثلج .

⇦ **علل : يزول لون البرمنجانات البنفسجى عند إمرار غاز الإيثين فى محلولها .**

جـ : لأن الإيثين مركب غير مشبع يحتوى على رابطة باى سهلة الكسر فيتم عليها تفاعل إضافة مكونة الإيثيلين جليكول و هو مركب عديم اللون .

س : كيف تحصل على :

كحول ثنائى الهيدروكسيل (إيثيلين جليكول) من كحول أحادى الهيدروكسيل (الإيثانول) .

س : كيف تميز عملياً بطريقتين مختلفتين بين : الميثان ـ الإيثيلين .

رابعاً : تفاعلات البلمـــرة

كلمة **(بوليمر)** كلمة لاتينية الأصل معناها **عديد الوحدات** و تعتبر البلمرة من التفاعلات الكيميائية الهامة التى فتحت الباب على مصراعيه لتحضير العديد من المنتجات التى ساهمت فى إزدهار الحضارة .

★ **البلمرة :**

تجمع عدد كبير من جزيئات مركبات بسيطة (مونمر) يتراوح عددها من مائة حتى المليون لتكوين جزئ كبير عملاق ذو كتلة جزيئية كبيرة (بوليمر) .

المونمر : الجزئ الأولى البسيط المستخدم فى عملية البلمرة . البوليمر : الجزئ العملاق الناتج من عملية البلمرة .

الطرق الأساسية لعملية البلمرة

البلمرة بالإضافة	البلمرة بالتكاثف
تتم بإضافة أعداد كبيرة جداً من جزيئات مركب واحد صغير و غير مشبع لتكوين جزئ مشبع كبير جداً .	تتم بين مونمرين مختلفين يحدث بينهما عملية تكاثف (أى ارتباط مع فقد جزئ بسيط مثل الماء) لتكوين بوليمر مشترك يعتبر الوحدة الأولى لإستمرار عملية البلمرة .
مثال : البولى إيثيلين	مثال : نسيج الداكرون

✍ تتميز **الألكينات** بأنها تكون بوليمرات **بالإضافة** .

✍ **مثال** : عند تسخين الإيثين (كتلته الجزيئية 28) تحت ضغط كبير (10000 atm) فى وجود **فوق الأكاسيد كمواد بادئة للتفاعل** يتكون البولى الإيثيلين (كتلته الجزيئية 30000) .

✍ **تفسير عملية بلمرة الإيثيلين بالإضافة**

عند تسخين الإيثين تحت ضغط كبير 10000 atm فى وجود **فوق الأكاسيد كمواد بادئة للتفاعل** تنكسر الرابطة باى و يتحرر إلكترونى الرابطة و يصبح لكل ذرة كربون إلكترون حُر ثم ترتبط ذرات الكربون عن طريق إلكتروناتها الحُرة مع بعضها بروابط تساهمية أحادية مكونة سلاسل طويلة من جزيئات البُوليمر .

$$\underset{\text{إيثين}}{H_2C{=}CH_2} + \underset{\text{إيثين}}{H_2C{=}CH_2} \xrightarrow[\text{عوامل حفازة}]{\text{ضغط - حرارة}} \dot{C}H_2{-}\dot{C}H_2 + \dot{C}H_2{-}\dot{C}H_2 \xrightarrow[\text{من ذرات الكربون}]{\text{إرتباط عدد كبير}} \underset{\text{بوليمر بولى إيثلين}}{[-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-]_n}$$

الحمد لله اللهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و انقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرآن و لك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و أظهرت امننا و جمعت فرقتنا و احسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سراً و علانية أو حىّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللّهم على محمد و على آله و سلم .

بعض مونومرات الألكينات و مشتقاتها الناتجة بالإضافة و أهم استخداماتها

المونومر	البوليمر	الإسم التجارى	خواصه	إستخداماته
إيثين H H C=C H H	بولى إيثيلين H H $-[C-C]_n-$ H H	بولى إيثيلين PE	لين و يتحمل المواد الكيميائية	الرقائق و الأكياس البلاستيك ، الزجاجات البلاستيك ، الخراطيم .
بروبين H H C=C CH_3 H	بولى بروبين H H $-[C-C]_n-$ CH_3 H	بولى بروبلين PP	قوى و صلب	السجاد ، المفارش ، الشكائر البلاستيك ، المعلبات
كلورو إيثين كلوريد فاينيل Cl H C=C H H	بولى كلورو إيثين Cl H $-[C-C]_n-$ H H	بولى فاينيل كلوريد PVC	قوى و صلب أو لين	مواسير الصرف الصحى و الرى ، الأحذية ، خراطيم المياه ، عوازل الأرضيات ، جراكن الزيوت المعدنية .
رابع فلورو إيثين F F C=C F F	بولى رباعى فلورو إيثين F F $-[C-C]_n-$ F F	تفلون	خامل ، يتحمل الحرارة ، عازل للكهرباء ، غير قابل للإلتصاق	تبطين أوانى الطهى (التيفال) ، خيوط الجراحة .

س: أكتب الصيغة البنائية للمونوميرات اللازمة لتحضير البوليمرات التالية ثم أذكر إستخدام واحد لكل بوليمر :

H H
$-[C-C]_n-$
CH_3 H

Cl H
$-[C-C]_n-$
H H

F F
$-[C-C]_n-$
F F

> اللّهم إنى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة و المسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و الفسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم و البكم و الجذام و الجنون و سيئ الأسقام .

٢) الألكاينات (الإستيلينات) Alkynes

١) هيدروكربونات أليفاتية غير مشبعة مفتوحة السلسلة الكربونية .

٢) ترتبط فيها ذرات الكربون برابطة **ثلاثية** واحدة على الأقل أحداها من النوع سيجما (σ) القوية صعبة الكسر و رابطتين من النوع باى (π) الضعيفة سهلة الكسر و لذا فهى **مركبات شديدة النشاط** .

٣) تكون سلسلة متجانسة أول مركب فيها هو الإيثاين C_2H_2 والإسم الشائع له هو الأسيتيلين .

٤) **قانونها** العام هو [C_nH_{2n-2}] **أى أن** : كل مركب منها يقل **ذرتى** هيدروجين عن مثيله من **الألكينات** و **بالتالى يقل أربع** ذرات هيدروجين عن مثيله من **الألكانات** .

ألكاين	ألكين	ألكان
إيثاين C_2H_2	إيثين C_2H_4	إيثان C_2H_6
بروباين C_3H_4	بروبين C_3H_6	بروبان C_3H_8
بيوتاين C_4H_6	بيوتين C_4H_8	بيوتان C_4H_{10}

⇦ **علل : الألكاينات مركبات شديدة النشاط .**

جـ : لأنها تحتوى على رابطة **ثلاثية** بين ذرات **الكربون إحدى** هذه الروابط من النوع **سيجما** (σ) القوية و **رابطتين** من النوع **باى** (π) الضعيفة سهلة الكسر .

★ **تسمية الألكاينات :**

✍ تتبع نفس الخطوات التى إتبعناها فى تسمية الألكانات بأن نختار **أطول سلسلة** كربونية متصلة تحتوى على الرابطة الثلاثية مع إستبدال النهاية (آن ane) بالنهاية (آين yne) .

✍ ترقم السلسلة من الطرف القريب للرابطة **الثلاثية** بغض النظر عن موقع أى **مجموعة متفرعة** أخرى .

✍ يسبق أسم الألكاين **رقم** ذرة الكربون المتصلة بالرابطة الثلاثية .

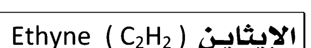
$H-C\equiv C-CH(Br)-CH_2-H$

3- برومو -1- بيوتاين

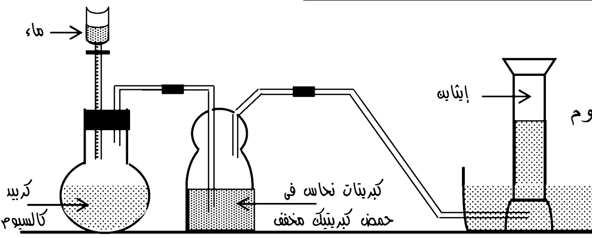
$H-CH_2-C\equiv C-CH_2-CH(Cl)-H$

5-كلورو -2- بنتاين

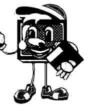
اللهم فاطر السماوات و الأرض ، علاّم الغيب و الشهادة ، ذا الجلال و الإكرام ، إنى اعهد إليك فى هذه الحياة الدنيا ، و اشهدك و كفى بك شهيداً أنى اشهد ان لاإله إلا أنت وحدك لا شريك لك ، و أن محمداً عبدك و رسولك ، و أشهد أن وعدك حق ، و لقاءك حق ، و الجنة حق ، و أن الساعة لاريب فيها ، و أنك تبعث من فى القبور ، و أنك إن تكلنى إلى نفسى تكلنى إلى ضعف و عورة و ذنب و خطيئة ، و إنى لا أثق إلا برحمتك فاغفر لى ذنوبى كلها و تب علىّ إنك أنت التواب الرحيم .


Ethyne (C_2H_2) الإيثاين

تحضير الإيثاين في المعمل



يُحضر بتنقيط الماء على كربيد الكالسيوم
(**ثانى كربيد الكالسيوم** CaC_2).



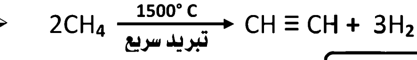
$$\underset{C\equiv C}{\overset{Ca}{/\,\backslash}} + 2\,H-OH \xrightarrow{\text{تنقيط}} H-C\equiv C-H + Ca(OH)_2$$

علل : يمرر الغاز قبل جمعه على محلول كبريتات نحاس فى حمض كبريتيك مخفف .

☜ **للتخلص من** غـــازى الفوسفيــن PH_3 و كبريتيد الهيدروجين H_2S الناتجين من **الشوائب** الموجودة فى كربيد الكالسيوم .

تحضير الإيثاين في الصناعة

بتسخين الغاز الطبيعى المحتوى على نسبة عالية من غاز الميثان لدرجة حرارة أعلى من 1400° C ثم التبريد السريع :


➢ $2CH_4 \xrightarrow[\text{تبريد سريع}]{1500^\circ C} CH \equiv CH + 3H_2$

خواص الإيثاين

أولاً : الإحتراق

إذا تمت عملية الإحتراق فى الهواء الجوى :

يحترق الإيثاين فى الهواء الجوى بلهب مُدخن (علل) لعدم احتراق الكربون إحتراق **تام** .

➢ $2\,C_2H_2 + 3\,O_2 \xrightarrow[\text{هواء جوى}]{\Delta} 2\,CO_2 + 2\,H_2O + 2\,C$

إذا تمت عملية الإحتراق فى كمية وفيرة من الأكسجين :

يحترق الإيثاين تماماً من خلال تفاعل **طارد** للحرارة و تنطلق حرارة تصل إلى 3000˚c تكفى **لصهر** المعادن و يسمى بلهب **الأكسى إستيلين** و الذى يستخدم فى لحام و قطع المعادن .

➢ $2\,C_2H_2 + 5\,O_2 \xrightarrow[\text{أكسجين نقى}]{\Delta} 4\,CO_2 + 2\,H_2O + Heat$

⇦ **علل : يستخدم لهب الأكسى أستيلين فى لحام و قطع المعادن .**

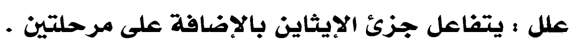
جـ : لأن درجة حرارة التفاعل تصل إلى 3000°c و هى كافية للحام و قطع المعادن .

> اللهم إنى أعوذ بك من الهم و الحزن ، و أعوذ بك من العجز و الكسل ، و أعوذ بك من غلبة الدين و قهر الرجال ، اللهم إنى أعوذ بك من الفقر إلا إليك و من الذل إلا لك و من الخوف إلا منك ، و أعوذ بك أن أقول زوراً أو أغشى فجوراً أو أكون بك مغروراً ، و أعوذ بك من شماتة الأعداء و عضال الداء و خيبة الرجاء ، اللهم إنى أعوذ بك من شر الخلق و همّ الرزق و سوء الخلق يا أرحم الراحمين و يا رب العالمين .

ثانياً : تفاعلات الإضافة

⇦ **علل : تتم الإضافة فى الألكاينات على مرحلتين .**

☜ لأنها تحتوى على **رابطتين** باى (π) سهلة الكسر بجانب رابطة سيجما (σ) فتتم الإضافة على **مرحلتين** حيث تتحول الرابطة **الثلاثية** إلى رابطة **ثنائية** ثم إلى رابطة **أحادية** .


علل : يتفاعل جزئ الإيثاين بالإضافة على مرحلتين .

أ) الهدرجة :

✍ تتم **فى** وجود النيكل المجزأ .... **هل تتـذكـر لمـاذا ؟**

➢ $H-C\equiv C-H \xrightarrow[Ni\,/]{+H_2} HC(H)=CH(H) \xrightarrow[Ni\,/]{+H_2} H-CH_2-CH_2-H$

إيثاين — إيثين — إيثان

ب) الهلجنة :

✍ يتفاعل الإيثاين مع الهالوجينات بشدة و **قد** يكون التفاعل مصحوباً **بلهب** و ضوء عندما يتفاعل مع **الكلور** و لكن عندما يمرر غاز الإيثاين **فى محلول البروم** المذاب فى رابع كلوريد الكربون يحدث تفاعل **إضافة** و **يزول** لون البروم الأحمر و يستخدم هذا **التفاعل فى الكشف عن عدم التشبع** فى الإيثاين .

س : كيف تميز عملياً بين : الإيثاين – الإيثان .

⇦ **علل : لا يصلح ماء البروم فى التمييز بين الايثين و الإيثاين .**

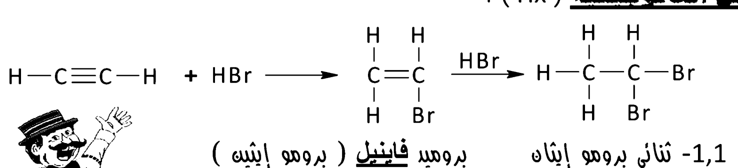
☜ لأن كلاهما مركب غير مشبع فيحدث تفاعل إضافة فيزول لون البروم الأحمر فى كلاً الحالتين .

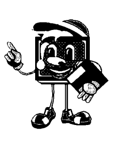
➢ $CH\equiv CH + Br_2 \longrightarrow CHBr=CHBr \xrightarrow{+Br_2} CHBr_2-CHBr_2$

2,1- ثنائى برومو إيثين — 2,2,1,1- رباعى برومو إيثان

$H-C\equiv C-H + Br-Br \longrightarrow H-C(Br)=C(Br)-H \xrightarrow{Br-Br} H-CBr_2-CBr_2-H$

جـ) إضافة الأحماض الهالوجينية (Hx) :





⇦ **علل : عند إضافة بروميد الهيدروجين إلى الإيثاين لا يتكون 2,1- ثنائى برومو إيثان .**

☜ لأن الإضافة فى الخطوة **الثانية** تتم طبقاً لقاعدة ماركونيكوف .

س : مبتدئاً بالأسيتلين كيف تحصل على كل من :

⇦ 2,2,1,1- رباعى برومو إيثان . ⇦ 1,1- ثنائى برومو إيثان .

د) إضافة الماء (هيدرة حفزية) :

✍ يتفاعل الإيثاين مع الماء بالإضافة فى وجود عوامل حفازة (حمض كبريتيك مخفف 40 % و كبريتات زئبق II) و التسخين حتى درجة $60\ ^0C$ فيتكون الأسيتالدهيد (الإيثانال) .

$$H-C\equiv C-H + H_2O \xrightarrow[HgSO_4(60°C)]{H_2SO_4\,(40\%)} \left(H-\underset{H}{C}=\underset{OH}{C}-H \right) \xrightarrow[\text{ترتيب}]{\text{إعادة}} H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$$

كحول فاينيل (مركب غير ثابت) — إيثانال (أسيتالدهيد)

* تفسير آخر :

➢ $H-C\equiv C-H + H_2O \xrightarrow[HgSO_4\ \ 60^0]{H_2SO_4\ \ 40\%} CH_3-CHO$

** أهمية هذا التفاعل :

✍ يستغل الأسيتالدهيد الناتج فى **صناعة** حمض الأسيتيك **أو صناعة** الكحول الإيثيلى .

كحول إيثيلى $\xrightarrow{\text{اختزال}\ (2H)}$ أسيتالدهيد $\xrightarrow{\text{أكسدة}\ (O)}$ حمض أستيك

الحصول على **حمض الإيثانويك** (الأسيتيك = الخليك) و ذلك **بأكسدة** الإيثانال (الأسيتالدهيد)

$$CH_3-CHO \xrightarrow[\text{محمضة}\ KMnO_4]{+[O]} CH_3-COOH$$

الإيثانال — **حمض الإيثانويك**

و يمكن كذلك الحصول على **الإيثانول** (الكحول الإيثيلى) و ذلك **باختزال** الإيثانال (الإسيتالدهيد)

$$CH_3-CHO \xrightarrow[\text{إختزال}]{+2H} CH_3-CH_2OH$$

الإيثانال — **إيثانول**

الحمد لله اللّهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا ورزقتنا وهديتنا وعلمتنا ، وأنقذتنا وفرجت عنا ، لك الحمد بالايمان ، ولك الحمد بالإسلام ، ولك الحمد بالقرآن ، ولك الحمد بالأهل والمال والمعافاة ، كبت عدونا ـ وبسطت رزقنا ، وأظهرت أمننا وجمعت فرقتنا ، وأحسنت معافاتنا ، ومن كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً ، ولك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث ، أو سراً وعلانية ، أو حىّ و ميت ، أو شاهد و غائب ، حتى ترضى ، ولك الحمد إذا رضيت ، ولك الحمد بعد الرضا ، وصلى اللّهم على محمد وعلى آله وسلم .

Mr. Mahmoud Ragab 0122-5448031

ثانياً : الهيدروكربونات الحلقية

أولاً) الحلقية المشبعة (الألكانات الحلقية) :

هيدروكربونات أليفاتية مشبعة تحتوى جزيئاتها على ثلاثة ذرات كربون فأكثر مرتبطة مع بعضها بروابط أحادية فى شكل حلقى .

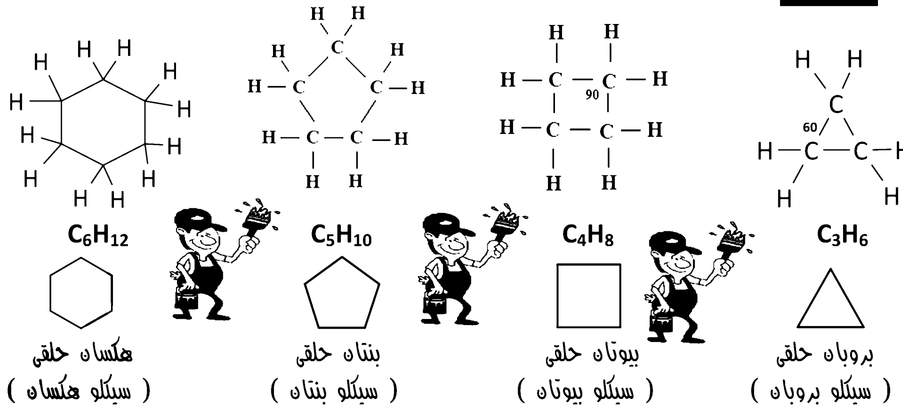
١) **صيغتها العامة** C_nH_{2n} و هى نفس الصيغة العامة **للألكينات** الأليفاتية و لكنها تختلف عنها فى الخواص لإختلافها فى الصيغة البنائية .

⇦ **علل : تعتبر الألكانات الحلقية و الألكينات أيزوميرات .**

✍ لأنهما يشتركا فى صيغة جزيئية واحدة C_nH_{2n} و يختلفا فى الخواص الكيميائية و الفيزيائية لإختلافهما فى الصيغة البنائية .

علل : يجب أن نفرق بين الألكانات الحلقية و الألكينات عند كتابة صيغتهما الجزيئية .

٢) **التسمية** : لها نفس اسم **الألكان المقابل** و لكن مسبوقاً بكلمة **سيكلو** أو متبوعاً بكلمة **حلقى** .



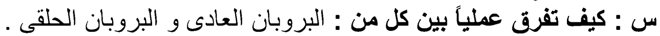
⇦ **علل : السيكلو بنتان و السيكلو هكسان مركبان مستقران (ثابتان) .**

جـ : لأن الزوايا بين الروابط **تقترب من** $109,5^0$ فيكون التداخل بين الأوربيتالات قوى فتتكون بين ذرات الكربون روابط قوية صعبة الكسر .

⇦ **علل : البروبان الحلقى نشط جداً عن البروبان العادى .**

✍ لأن قيم الزوايا بين الروابط فى البروبان الحلقى 60° فيكون التداخل بين الأوربيتالات ضعيف فتتكون روابط **ضعيفة** سهلة الكسر **بينما** قيم الزوايا فى البروبان العادى $109,5^0$ فيكون التداخل بين الأوربيتالات الذرية قوى فتتكون روابط بين ذرات الكربون قوية صعبة الكسر .

من قال سبحان الله و بحمده تكتب له ألف حسنة أو تحط عنه ألف سيئة



س : **كيف تفرق عملياً بين كل من :** البروبان العادى و البروبان الحلقى .

جـ : البروبان **الحلقى** يكون مع الهواء خليط شديد الإحتراق بينما البروبان **العادى** أقل نشاطاً فإحتراقه يكون عادى .

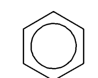
ثانياً) الحلقية غير المشبعة (المركبات الأروماتية " العطرية ") :

ميز الكيميائيون القدماء بين نوعين من المركبات العضوية هما المركبات الأليفاتية و المركبات الآروماتية كالآتى :

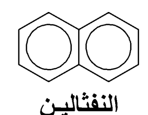
المركبات الأروماتية (العطرية)	المركبات الأليفاتية (الدهنية)
١) مشتقة من بعض الراتنجات و المنتجات الطبيعية . ٢) لها رائحة عطرية **مميزة** . ٣) بها نسبة **أقل** من الهيدروجين (غير مشبعة) ٤) يعتبر البنزين العطرى أول **أفرادها** و بقية المركبات الآروماتية تتكون من **حلقتين** بنزين أو أكثر .	١) مشتقة من الأحماض الدهنية لذا تسمى أليفاتية أى دهنية . ٢) ليس لها رائحة عطرية (عديمة الرائحة غالبا) ٣) بها نسبة **عالية** من الهيدروجين . ٤) يعتبر الميثان أول أفرادها .

علل : تسمية المركبات الأروماتية بالمركبات العطرية .

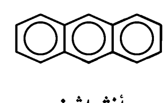
⌑ **ملحوظة** : توجد المركبات العطرية فى شكل حلقة بنزين واحدة أو حلقتين أو أكثر :(add C_4H_2)



البنزين العطرى
C_6H_6



النفثالين
$C_{10}H_8$



أنثرائين
$C_{14}H_{10}$

الصيغة البنائية للبنزين

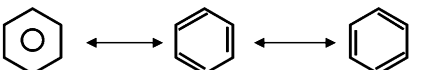
⇦ **علل : استغرق التعرف على الصيغة البنائية للبنزين سنوات عديدة .**

لأنه : يتفاعل بالإضافة و بالإحلال – طول الروابط بين ذرات الكربون وسط بين طول الرابطة الأحادية و المزدوجة و غيرها من الخواص التى حيرت العلماء مدة طويلة .

العالم الألمانى أوجستين كيكولى 1965 م

⌑ توصل العالم **كيكولي Kekule** إلى صيغة بنائية **صحيحة** للبنزين العطرى C_6H_6 و هى عبارة عن الشكل السداسى الحلقى الذى تتبادل فيه الروابط الأحادية و المزدوجة و توجد فى كل زاوية من الشكل ذرة كربون متصل بها ذرة هيدروجين .

الرنين فى حلقة البنزين
(الصيغ البنائية للبنزين العطرى)



و يمكن الإكتفاء بالشكل ⌬ حيث تدل **الحلقة** داخل الشكل السداسى على عدم تمركز الإلكترونات **الستة المكونة للروابط باى** عند ذرات كربون معينة .

شق أو مجموعة الآريل Aryl radical (Ar -)

هو الشق الناتج من نزع ذرة هيدروجين من الهيدروكربون الأروماتى .

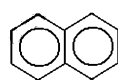
** **مثال** : شق الآريل الناتج من البنزين العطرى يسمى **مجموعة الفينيل Phenyl (C_6H_5 -)** .

$$C_6H_6 \xrightarrow{-H} C_6H_5 -$$

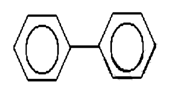
أو

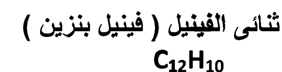
⌬ $\xrightarrow{-H}$ ⌬

س : أكتب الصيغ الجزيئية و البنائية للمركبات التالية : نفثالين – ثنائى الفينيل – (٢- فينيل بروبان)

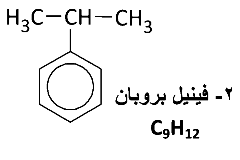


نفثالين
$C_{10}H_8$





ثنائى الفينيل (فينيل بنزين)
$C_{12}H_{10}$



٢- فينيل بروبان
C_9H_{12}

ملحوظة هامة :

- **وقود السيارات هو الجازولين (مركب أليفاتى) و يختلف تركيبه الكيميائى عن البنزين العطرى (مركب أروماتى) .**
- **الفينيل** (Phenyl) C_6H_5 - : بنزين عطرى منزوع منه ذرة هيدروجين .
- **الڤاينيل** (Vinyl) $CH_2 = CH-$: إيثين منزوع منه ذرة هيدروجين **مثل بروميد الڤاينيل** $CH_2 = CHBr$

تحضير البنزين فى الصناعة

( ) **من التقطير التجزيئى لقطران الفحم** :

عند إجراء التقطير الإتلافى للفحم الحجرى (تسخين الفحم الحجرى بمعزل عن الهواء) **يتحلل إلى** غازات و سوائل (أهمها مادة سوداء ثقيلة تسمى قطران الفحم) و يتبقى فحم الكوك .

عند إجراء التقطير التجزيئى لقطران الفحم نحصل على مركبات عضوية لها أهمية إقتصادية **كبيرة منها** البنزين العطرى و الذى نحصل عليه عند درجة $80 - 82\ ^0c$.

الفحم الحجرى $\xrightarrow{\text{تقطير إتلافى}}$ **قطران الفحم** $\xrightarrow[80 - 82\ ^0c]{\text{تقطير تجزيئى}}$ **بنزين عطرى**

٢) **من الفينول** : بإمرار بخار الفينول على مسحوق الزنك الساخن (**إختزال الفينول**) .

$$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + Zn \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + ZnO$$

س : ما دور مسحوق الزنك فى الحصول على البنزين من الفينول ؟

عامل مختزل قوى يعمل على نزع الأكسجين من الفينول فنحصل على البنزين .

٣) من المشتقات البترولية الأليفاتية :

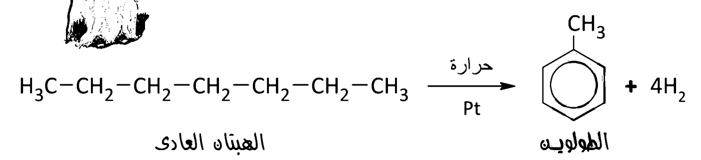
أ) الهكسان العادى : يمرر الهكسان العادى فى درجة حرارة مرتفعة على عامل حفاز يحتوى على البلاتين و تسمى هذه الطريقة بـ (**إعادة التشكيل المحفزة**) .

$$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow[Pt]{\text{حرارة}} C_6H_6 + 4H_2$$

C_6H_{14} هكسان عادى — C_6H_6 البنزين

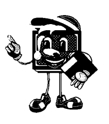
س : ما هو الألكان الذى يمكن إستخدامه لتحضير الطولوين بطريقة إعادة التشكيل ؟

الإجابة : الهبتان العادى أو 2- ميثل هكسان .



$$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow[Pt]{\text{حرارة}} C_6H_5CH_3 + 4H_2$$

الهبتان العادى — الطولوين



ب) بلمرة الإيثاين (البلمرة الحلقية) :

بإمرار الإيثاين (**الأسيتيلين**) فى أنبوبة من النيكل مُسخنة للإحمرار .

$$3\,C_2H_2 \xrightarrow[\text{مسخنة للاحمرار}]{\text{أنبوبة من النيكل}} C_6H_6$$

البنزين العطرى

س : قارن بين : البلمرة بالإضافة ـ البلمرة بالتكاثف ـ البلمرة الحلقية (مع ذكر مثال فى كل حالة) .

س : مبتدئاً بكربيد الكالسيوم .... كيف تحصل على البنزين العطرى .

تحضير البنزين فى المختبر

بالتقطير الجاف لملح بنزوات الصوديوم مع الجير الصودى .. (نفس طريقة تحضير الميثان)

$$C_6H_5COONa + NaOH \xrightarrow[\Delta]{CaO} C_6H_6 + Na_2CO_3$$

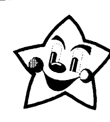
بنزوات الصوديوم — البنزين العطري

س : ما الفرق بين : التقطير الجاف / التقطير التجزيئ / التقطير الإتلافى .

س : وضح بالمعادلات تأثير التقطير الجاف (فى وجود الجير الصودى) على كل من : (١) أسيتات الصوديوم .

(٢) بنزوات الصوديوم .

تسمية مشتقات البنزين



(١) أحادية الإحلال :

قد يوجد على حلقة البنزين مجموعة فعالة واحدة أو ذرة حلت محل الهيدروجين فنذكر إسم الذرة أو المجموعة مصحوبة بكلمة بنزين و يجب أن نعرف أن الستة ذرات كربون متكافئة تماماً .

** **أمثلة** :

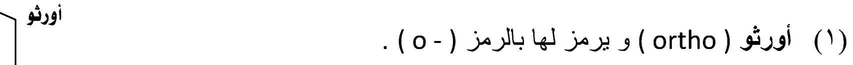
هيدروكسى بنزين (**فينول**)   نيترو بنزين   كلورو بنزين   ميثيل بنزين (**طولوين**)

لاحظ أن : بعض المركبات يكون لها أسماء خاصة (أسماء تجارية : ميثيل بنزين و هيدروكسى بنزين)

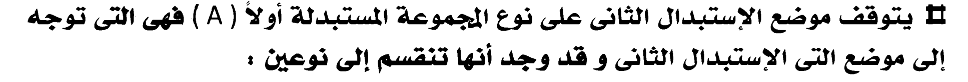
(٢) ثنائية الإحلال :

كل ذرات كربون حلقة البنزين فى الوضع العادى متماثلة و لكن إذا ارتبطت حلقة البنزين بمجموعة فعالة أو ذرة غير الهيدروجين تصبح ذرات الكربون الخمسة المتبقية مختلفة عن بعضها و يصبح لها مسميات لذلك يجب ذكر أسماء أو أرقام لها لتمييزها عن بعضها كما يلى :

A
أورثو
ميتا
بارا



(١) **أورثو** (ortho) و يرمز لها بالرمز (o -) .
(٢) **ميتا** (meta) و يرمز لها بالرمز (m -) .
(٣) **بارا** (para) و يرمز لها بالرمز (p -) .



يتوقف موضع الإستبدال الثانى على نوع المجموعة المستبدلة أولاً (A) فهى التى توجه إلى موضع التى الإستبدال الثانى و قد وجد أنها تنقسم إلى نوعين :

١) **مجموعات توجهه الاستبدال الثانى للموقعين أرثو و بارا :**

	مجموعات الألكيل	الهاليدات	الهيدروكسيل	الأمينو
تشمل كل من :	- R ($- CH_3$)	- X (-F , -Cl , -Br , -I)	- OH	- NH_2

فعند اجراء تفاعل من تفاعلات الإستبدال (الإحلال) **مثل** هلجنة **أو** نيترة **أو** سلفنة **أو** ألكلة للبنزين الذى يحمل أى من هذه المجموعات السابقة **فإن** المجموعة الجديدة التى تدخل على حلقة البنزين تدخل فى الموضعين **أرثو** و **بارا** .

ملحوظة : يكتب الموضع ثم اسم المجموعة البديلة ثم اسم المركب الأصلى .

مثال : كلورة **الطولوين**

$$2\,C_6H_5CH_{3(l)} + 2Cl_{2(g)} \xrightarrow[UV]{Fe} o\text{-}ClC_6H_4CH_{3(l)} + p\text{-}ClC_6H_4CH_{3(l)} + 2HCl_{(g)}$$

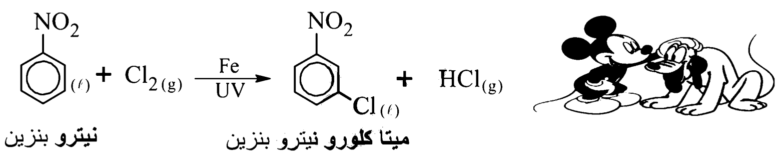
طولويـن — **أورثو كلورو** طولوين — **بارا كلورو** طولوين

٢) مجموعات موجهة للموقع ميتا :

تشمل	**الفورميل**	**الكربونيل**	**الكربوكسيل**	**النيترو**
كل من :	- CHO	= C =O	- COOH	$- NO_2$

فعند اجراء تفاعل من **تفاعلات الإستبدال** (الإحلال) **مثل** هلجنة **أو** نيترة **أو** سلفنه **أو** ألكله للبنزين الذى يحمل أى من هذه المجموعات السابقة **فإن** المجموعه الجديدة التى تدخل على حلقة البنزين تدخل فى الموضع **ميتا فقط** .

مثال : كلورة **نيترو** بنزين

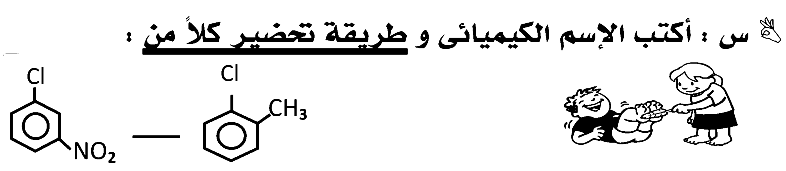


س : مبتدئاً بالبنزين كيف تحصل على كل من :

١) أرثو و بارا كلورو طولوين . **٢) ميتا كلورو نيترو بنزين .**

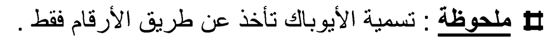
علل : كلورة الطولوين تعطى مركبين بينما كلورة النيتروبنزين تعطى مركب

س : أكتب الإسم الكيميائى و طريقة تحضير كلاً من :



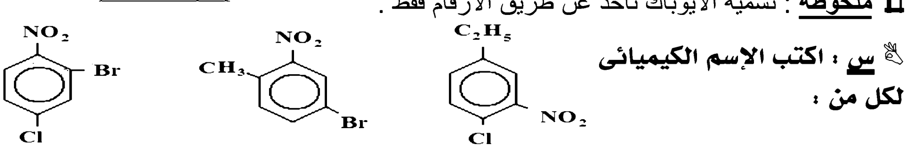
(٣) ثلاثية الإحلال :

لا تستخدم التعبيرات أرثو و ميتا و بارا بل ترقم ذرات الكربون فى الحلقة و **نأخذ بأقل الأرقام** كلما أمكن ذلك ثم ترتب **التسمية** حسب الحروف **الأبجدية اللاتينية** .



ملحوظة : تسمية الأيوباك تأخذ عن طريق الأرقام فقط .

س : اكتب الإسم الكيميائى لكل من :



الخواص الفيزيائيةللبنزين العطرى

البنزين سائل شفاف لا يمتزج بالماء له رائحة مميزة يغلى عند $80\ ^0c$.

الخواص الكيميائيـة للبنـزين العطرى

- يشتعل البنزين مصحوباً بدخان أسود مما يعنى أنه يحتوى على نسبة كبيرة من الكربون .

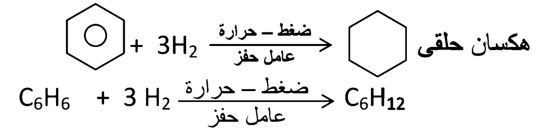
- يتفاعل البنزين بنوعين من التفاعلات هما الإضافة و الإحلال .

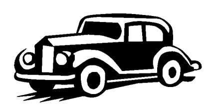
أولاً) تفاعلات الإضافة

بالرغم من احتواء جزئ البنزين على روابط باى إلا أن تفاعلات الإضافة فى البنزين صعبة و لا تحدث إلا تحت ظروف خاصة ... **هل يمكنك تفسير هذه العبارة ؟** " **معلومة إثرائية** " بسبب تداخل السحابة الالكترونية المكونة للروابط باى مما يجعلها أكثر قوة فلا تتفاعل بالإضافة فى الظروف العادية .

١) إضافة الهيدروجين (الهدرجة) :

تتم الإضافة بالضغط و الحرارة و فى وجود عامل حفاز لينتج الهكسان الحلقى .





$$C_6H_6 + 3\ H_2 \xrightarrow[\text{عامل حفز}]{\text{ضغط – حرارة}} C_6H_{12}$$

تدريب

القانون العام C_nH_{2n} يمثل نوعين من الهيدروكربونات (A , B) المركب A يحضر من الإيثانول و المركب B يحضر من البنزين العطرى **أيهما مركب مشبع - اكتب معادلة تحضير المركب الغير مشبع فى المعمل .**

٢) التفاعل مع الهالوجينات (هلجنة بالإضافة) :

يتفاعل البنزين مع الكلور أو البروم فى **ضوء الشمس** و يتكون **سداسى هالو هكسان حلقى** فمع الكلور يتكون **المبيد الحشرى** المعروف باسم **الجامكسان** (**سداسى كلورو هكسان حلقى**) .

$$C_6H_6 + 3Cl_2 \xrightarrow{UV} C_6H_6Cl_6$$

سداسى كلورو **هكسان** حلقى (**الجامكسان**)

$$C_6H_6 + 3\ Cl_2 \xrightarrow{UV} C_6H_6Cl_6$$

ثانياً) تفاعلات الإحلال

يتم فيها إستبدال ذرة هيدروجين أو أكثر بذرات أو مجموعات أخرى .

⇦ **علل : تفاعلات الإحلال من التفاعلات الهامة للبنزين .**

لأنها تمكننا من الحصول على مركبات لها أهمية إقتصادية كبيرة .

١) التفاعل مع الهالوجينات (هلجنة بالإحلال) :

- يتفاعل البنزين مع الكلور فى وجود **عامل حفاز** مناسب (كلوريد حديد III) مكوناً **كلورو بنزين** .

$$C_6H_6 + Cl_2 \xrightarrow[uv]{FeCl_3} C_6H_5Cl + HCl$$

كلورو بنزين

$$C_6H_6 + Cl_2 \xrightarrow[uv]{FeCl_3} C_6H_5Cl + HCl$$

- كما يمكن **استبدال** أكثر من ذرة هيدروجين من حلقة البنزين بذرات هالوجين فى وجود عامل حفاز لتنتج **هاليدات الآريل** بكميات كبيرة لإستخدامها **كمبيدات حشرية** و من أكثرها استخداماً مبيد (د.د.ت D.D.T) .

- **مبيد د . د . ت (D . D . T) :** (DDT = dichloro-diphenyl- trichloroethane) .
- هو **ثنائى كلورو ثنائى فينيل ثلاثى كلورو إيثان** .
- **يرجع سبب سُميته الشديدة** إلى الجزء ($>CH-CCl_3<$) الذى يذوب فى النسيج الدهنى للحشرة فيقتلها .

⇐ **علل : استخدام د . د . ت كمبيد حشرى .**

- لسميته الشديدة على جميع الحشرات لوجود الجزء $>$**$CH-CCl_3$**$<$ الذى يذوب فى النسيج الدهنى للحشرة فيقتلها .

★★ **ملحوظة خطيرة :**

مركب D.D.T أقبح مركب **حُضَر** فى تاريخ الكيمياء (**علل**) بسبب المشاكل **البيئية التى** ظهرت نتيجة إستخدامه .

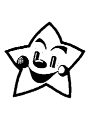
٢) الألكلة Alkylation : [تفاعل فريدل – كرافت Friedel – Craft]

- **هو تفاعل البنزين مع هاليدات الألكيل (R – X) فى وجود مادة حفازة مثل كلوريد الألومنيوم $AlCl_3$ اللامائى فتحل مجموعة الألكيل محل ذرة هيدروجين فى حلقة البنزين و يتكون ألكيل بنزين .**

مثال : تفاعل البنزين مع كلوريد الميثيل لتكوين الطولوين .

$$C_6H_6 + CH_3-Cl \xrightarrow[\text{لا مائى}]{AlCl_3} C_6H_5CH_3 + HCl$$

ميثيل بنزين (طولوين)



س : من كربيد الكالسيوم كيف تحصل على :

الجامكسان – الهكسان الحلقى – طولوين – كلوروبنزين .

س : من الهكسان العادى كيف تحصل على : الهكسان الحلقى – الجامكسان .

٣ - النيترة Nitration :

✍ هى تفاعل البنزين مع حمض النيتريك المركز فى وجود حمض الكبريتيك المركز فتحل مجموعة نيترو ($-NO_2$) محل ذرة هيدروجين فى حلقة البنزين .

$$C_6H_6 + HO-NO_2 \xrightarrow[50\ C]{H_2SO_4\ Conc} C_6H_5NO_2 + H_2O$$

نيترو بنزين

⇦ **علل : مركبات عديد النيترو العضوية مواد شديدة الإنفجار .**

✍ يرجع ذلك **إلى أن** جزيئاتها تحتوى على وقودها الذاتى (الكربون) و الأكسجين (المادة المؤكسدة) فتحترق بسرعة و ينتج **عنها** كمية كبيرة من الحرارة **و** الغازات فيحدث الإنفجار بسبب كسر الرابطة الضعيفة (N – O) و **تكوين** رابطتين قويتين (C = O) فى جزئ ثانى أكسيد الكربون و الرابطة (N Ξ N) فى جزئ النيتروجين .

★ مفرقع ثلاثى نيترو طولوين (T . N . T)

✍ من مركبات النيترو العضوية المتفجرة **التى أنتج** منها ملايين الأطنان خلال الحرب العالمية الثانية ومازال إنتاجها .

✍ تحضر بتفاعل **الطولوين** مع خليط النيترة **(حمض النيتريك و حمض الكبريتيك المركزين بنسبة 1 : 1) .**

$$C_6H_5CH_3 + 3HNO_3 \xrightarrow[Conc]{H_2SO_4} CH_3C_6H_2(NO_2)_3 + 3H_2O$$

طولوين → **ثلاثى نيترو طولوين (T.N.T)**

س : اكتب تسمية الأيوباك الصحيحة لـ : T.N.T و كيف تحصل عليه من كربيد الكالسيوم .

س : عرف كلاً من : T.N.T ـ خليط النيترة .

د) السلفنة Sulphonation :

✍ **هى تفاعل البنزين مع حمض الكبريتيك المركز فتحل مجموعة السلفونيك ($-SO_3H$) محل ذرة الهيدروجين فى حلقة البنزين و يتكون حمض بنزين سلفونيك .**

$$C_6H_6 + HO-SO_3H \xrightarrow{Conc} C_6H_5SO_3H + H_2O$$

حمض بنزين السلفونيك

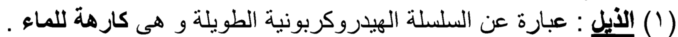
المنار فى الكيمياء

★★ ملحوظة

♣ تقوم صناعة المنظفات الصناعية أساساً على **مركبات حمض السلفونيك الآروماتية** بعد معالجتها بالصودا الكاوية لتحصل على الملح الصوديومى القابل للذوبان فى الماء .

$$R-C_6H_4-SO_3H + NaOH \longrightarrow R-C_6H_4-SO_3^- Na^+ + H_2O$$

ألكيل حمض بنزين السلفونيك — **الملح الصوديومى لألكيل حمض بنزين السلفونيك**



♣ و **يتضح** أن جزئ المنظف الصناعى يتكون من جزئين هما :

(١) **الذيل** : عبارة عن السلسلة الهيدروكربونية الطويلة و هى **كارهة للماء** .

(٢) الرأس : عبارة عن مجموعة متأينة و هى **محبة للماء** .

كيفية عمل المنظفات

لا يصلح الماء فى إزالة البقع الدهنية من على الأنسجة (علل) لأن البقع مواد عضوية بينما الماء مذيب قطبى .

⇦ علل : تستخدم المنظفات الصناعية فى عملية تنظيف الأنسجة .

↵ لأن الماء لا يصلح فى إزالة البقع نظراً لأن البقع مواد عضوية لا تذوب فى الماء (مذيب قطبى) .

دور المنظف الصناعى فى عملية التنظيف :

(١) ذوبان المنظف فى الماء **يقلل** من **التوتر السطحى** للماء مما يزيد من قدرة الماء على تندية (بلل) النسيج المراد تنظيفه .

منظف

نسيج

قاذورات

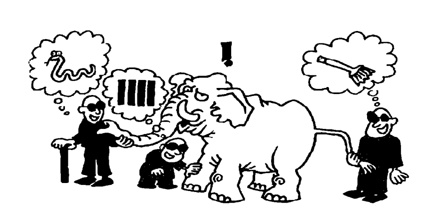
(٢) ترتب جزيئات المنظف نفسها بحيث يتجه :

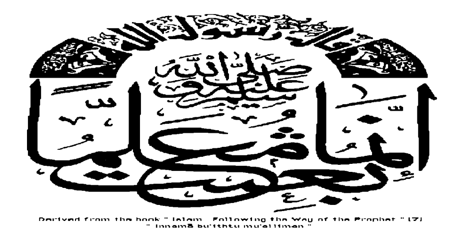
⌑ **الذيل (الكاره للماء)** نحو البقعة الدهنية و يلتصق بها .

⌑ **الرأس (المحب للماء)** نحو الماء .

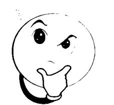
(٣) بذلك تتغطى البقعة الدهنية بجزيئات المنظف و عند الغسيل يؤدى **الإحتكاك الميكانيكى** إلى طرد و تكسير البقع الدهنية على شكل كرات صغيرة .

(٤) **تنفصل** الكرات نتيجة **تنافر** رؤوس جزيئات المنظف (**لأنها متشابهة الشحنة**) و **تتعلق فى الماء** على هيئة مستحلب و يتم **التخلص** منها بعملية الشطف .





من إمتحانات الأعوام السابقة



السؤال الأول : أكمل ما يأتى

١- الصيغة العامة للألكانات هى .... بينما الصيغة العامة للألكينات هى.........

٢- يحضر غاز الأسيتيلين فى المعمل بتنقيط الماء على .... و فى الصناعة بـ ....

٢- إذا سخن خليط من الإيثانول وحمض الكبريتيك المركز لدرجة ٨٠ْم يتكون ... و لدرجة ١٨٠ْم يتكون ......

السؤال الثانى : اذكر المصطلح العلمى

١- إتفاق بعض المركبات العضوية فى صيغة جزيئية واحدة و إختلافها فى الخواص الفيزيائية و الكيميائية لإختلافها فى التركيب البنائى .

٢- تفاعل البنزين مع هاليد الألكيل بالإستبدال للحصول على الطولوين .

٣- تفاعل الألكينات مع محلول قلوى من برمنجانات البوتاسيوم لتكوين كحولات ثنائية الهيدروكسيل .

٤- التفاعل بين البنزين و كلوريد الميثيل فى وجود عامل حفز .

السؤال الثالث : أكتب الحرف الأبجدى المناسب لكل من العبارات الآتية

[١] عند تسخين بنزوات الصوديوم مع الجير الصودى يتكون :

(أ) حمض البنزويك . (ب) الطولوين . (جـ) البنزين . (د) البنزالدهيد .

[٢] عند تفاعل البنزين مع الكلور بالإضافة يتكون :

(أ) هكسان حلقى . (ب) جاماكسان . (جـ) كلورو بنزين . (د) رابع كلوريد بنزين

[٣] الهيدرة الحفزية للأسيتيلين ثم أكسدة الناتج يتكون :

(أ) حمض ميثانويك . (ب) إيثانال . (جـ) ميثانول . (د) حمض إيثانونك .

[٤] تفاعل السلفنة فى حلقة البنزين تفاعل :

(أ) أكسدة . (ب) إضافة . (جـ) إستبدال . (د) نزع .

[٥] التقطير الجاف لأسيتات الصوديوم اللامائية مع الجير الصودى ينتج :

(أ) الفورمالدهيد . (ب) الأسيتالدهيد . (جـ) الإيثانول . (د) الميثان .

[٦] ناتج تفاعل هلجنة النيتروبنزين هو :

(أ) أرثو كلورونيتروبنزين . (ب) بارا كلورونيتروبنزين .

(جـ) أرثو نيتروكلوروبنزين . (د) ميتا كلورونيتروبنزين .

[٧] عند تفاعل حمض الهيدروبروميك مع البروبين ينتج : **(مع كتابة المعادلة)**

(أ) بروميد البروبيل . (ب) ٢,١- ثنائى برومو بروبين .

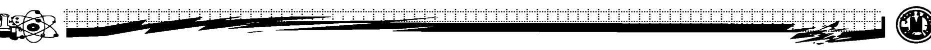
(جـ) ٢- برومو بروبان . (د) ١- برمو بروبان .

[٨] عند تنقيط الماء على كربيد الكالسيوم ينتج غاز : **(مع كتابة المعادلة)**

(أ) الميثان . (ب) الإيثاين . (جـ) الإيثين . (د) الإيثان .

[٩] ثنائى كلورو ثنائى فينيل ثلاثى كلورو إيثان هو الإسم الكيميائى لمركب :

(أ) التفلون . (ب) الجامكسان . (جـ) د.د.ت . (د) الأسبيرين .



[١٠] عند تفاعل الميثان مع الكلور فى ضوء الشمس يتم بـ ....

(أ) الإحلال . (ب) النزع . (جـ) الإضافة . (د) التكاثف .

السؤال الرابع : ماذا يقصد بـ

١- قاعدة ماركونيكوف. ٢- الهيدرة الحفزية للألكاينات . ٣- السلسلة المتجانسة .

السؤال الخامس : أكتب المعادلات التى توضح التفاعلات الآتية :

١- الحصول على أسيتالدهيد من كربيد الكالسيوم . ٢- الحصول على البنزين من كربيد الكالسيوم .
٣- الحصول على الإيثيلين جليكول من الإيثانول . ٤- الحصول على كلورو طولوين من البنزين .
٥- أسود الكربون من أسيتات الصوديوم . ٦- غاز الأسيتيلين فى المعمل **مع رسم الجهاز** .
٧- الميثان من أسيتات الصوديوم اللامائية . ٨- أسيتالدهيد من الأسيتيلين .
٩- سلفنة البنزين . ١٠- الإيثيلين جليكول من الأسيتيلين .
١١- التحلل المائى لكبريتات الإيثيل الهيدروجينية . ١٢- الحصول على حمض البكريك من كلوروبنزين .
١٣- تفاعل فريدل / كرافت لتحضير الطولوين . ١٤- نيترو بنزين من بنزوات الصوديوم .
١٥- الحصول على البنزين من بنزوات الصوديوم . ١٦- تسخين الفينول فى وجود الخارصين .
١٩- إمرار غاز الإيثاين فى أنبوبة من النيكل مسخنة لدرجة الإحمرار ثم تفاعل الناتج مع الكلور فى وجود $FeCl_3$.
٢٠- تسخين خليط من الإيثانول و حمض الكبريتيك المركز إلى ١٨٠ْم .

✍ **السؤال السادس : وضح بالمعادلات كيف يمكنك إجراء التحويلات التالية :**

١) حمض بنزويك إلى طولوين و العكس . ٥) بنزوات صوديوم إلى ميتا كلورو نيترو بنزين .
٢) هكسان عادى إلى جامكسان . ٦) ميثان إلى T.N.T .
٣) فينول إلى هكسان حلقى . ٧) حمض أستيك إلى حمض بنزويك
٤) إيثاين إلى كلورو طولوين .

السؤال السابع : أكتب الصيغ البنائية للمركبات التالية :

- الطولوين . • حمض أرثو سلفونيك طولوين .
- ٢- ميثيل بيوتان . • ناتج تبخر المحلول المائى لسيانات الأمونيوم .
- المركب الناتج من تفاعل البنزين مع كلوريد الميثيل فى وجود كلوريد الألومنيوم اللامائى .
- المركب الأروماتى الناتج من تفاعل الكلور مع نيتروبنزين فى وجود عامل حفاز .
- مركب ناتج من هلجنة البنزين بالإحلال . • ٢,٢,٣- ثلاثى ميثيل هكسان .
- ٣- ميثيل هكسان . • ١,٣- ثنائى برومو بنزين . • ٢- فينيل بروبان .
- ٣- ميثيل -١- بنتين . • ٣- ميثيل -١- بيوتين . • ٤- كلورو-٤- ميثيل -٢- بنتين .
- ٢- ميثيل -٢- بيوتن . • مركب من الألكاينات يحتوى على أربعة ذرات كربون و رابطتين ثلاثيتين .
- ١- برومو -١- كلورو -٢,٢,٢- ثلاثى فلوروإيثان . • ٤- إيثيل -٢,٧- ثنائى ميثيل أوكتان .

السؤال الثامن : أسئلة متنوعة

- **أرسم الجهاز المستخدم فى تحضير** : غاز الأسيتيلين – غاز الإيثين فى المعمل مع كتابة معادلة التفاعل

- **وضح بالرسم** جهاز تحضير غاز الميثان فى المعمل مع كتابة البيانات على الرسم **ثم بين بالمعادلة الرمزية** ناتج إمرار خليط من بخار الماء و غاز الميثان عند درجة ٧٢٥°م على عامل حفاز و ما اسم الناتج .

- **بين كيف** تكشف عملياً عن وجود عنصرى الكربون و الهيدروجين فى مركب عضوى **مع كتابة معادلات التفاعل و رسم الجهاز .**

- **ما عدد مولات الهيدروجين** اللازمة للتفاعل مع واحد مول مما يأتى للحصول على **مركبات مشبعة** :

[١] البنزين العطرى . [٢] ٢- بنتاين .

السؤال التاسع :

- **كيف تميز عملياً بين** : غاز الميثان و غاز الأسيتيلين – غاز الميثان و غاز الإيثين .
- **اذكر تطبيقاً واحداً يستخدم فيه : الإيثين** – البولى بروبلين .

السؤال العاشر :

- اكتب أسماء المركبات العضوية الآتية **طبقاً لنظام الأيوباك** :

$$CH_3 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{CH} - CH_2 - \underset{\underset{CH_2-CH_3}{|}}{CH} - CH_2 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{CH} - CH_3$$

$$Cl - CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$$

حلقة بنزين مستبدلة: Br ، Cl ، Cl

<u>السؤال الحادى عشر</u> : أذكر السبب العلمى

١- تعتبر الألكانات خاملة نسبياً من الناحية الكيميائية .
٢- الأوليفينات أكثر نشاطاً من البارافينات.
٣- تتم تفاعلات الإضافة فى الألكاينات على خطوتين بينما تتم فى الألكينات على خطوة واحدة .
٤- مركبات عديد النيترو العضوية مواد شديدة الإنفجار .
٥- وفرة المركبات العضوية .
٦- للكشف عن الكربون و الهيدروجين فى المركب العضوى يسخن مع أكسيد النحاس الأسود .
٧- إتباع نظام معين فى تسمية المركبات العضوية (الأيوباك) .
٨- يستخدم الجير الصودى عند تحضير الميثان فى المعمل .
٩- تحتوى أنبوبة البوتاجاز فى المناطق الحارة نسبة أكبر من البيوتان و فى المناطق الباردة نسبة أكبر من البروبان .
١٠- تغطى الفلزات بالألكانات الثقيلة .
١١- إستخدام الهالوثان فى التخدير بدلاً من الكلوروفورم .
١٢- أتفق على تحريم إستخدام الفريون عام ٢٠٢٠م .
١٣- عند رج الإيثين مع البروم المذاب فى رابع كلوريد الكربون يزول لون البروم الأحمر .

١٤- عند إمرار الإيثين فى محلول برمنجانات البوتاسيوم فى وسط قلوى يزول لونه .
١٥- استخدام الإيثيلين جليكول فى مبردات السيارات فى المناطق الباردة.
١٦- يستخدم لهب الأكسى أسيتيلين فى لحام وقطع المعادن .
١٧- عند إضافة الماء للإيثين لابد من إضافة حمض الكبريتيك أولاً .
١٨- لا يتكون ٢,١- ثنائى برومو إيثان عند تفاعل بروميد الهيدروجين مع بروميد الفاينيل $CH_2=CHBr$.
١٩- البروبان الحلقى أكثر نشاطاً من البروبان المستقيم بينما السيكلوهكسان ثابت و مستقر .
٢٠- وجه العالم الألمانى فوهلر ضربة قاضية لنظرية القوى الحيوية .
٢١- منعت الدول المتقدمة استخدام مادة د.د.ت .
٢٢- يمرر غاز الإيثاين قبل جمعه على محلول كبريتات نحاس فى حمض كبريتيك .
٢٣- تقوم المنظفات الصناعية بإزالة البقع من الملابس .
٢٤- كلورة الطولوين تعطى مركبين بينما كلورة النيتروبنزين تعطى مركب واحداً .
٢٥- تختلف نواتج تحلل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية مائياً عن نواتج تحللها حرارياً .

السؤال الثانى عشر : اكتب الصيغ الجزيئية للمركبات الآتية :

(١) بنزين عطرى. (٢) نفثالين. (٣) أنثراسين. (٤) ثنائى الفينيل. (٥) البروبان الحلقى .

السؤال الثالث عشر : أذكر إستخداماً واحداً أو وظيفة واحدة لكل من :

(١) الهالوثان . (٢) مركب ١,١,١- ثلاثى كلورإيثان . (٣) سداسى كلورو هكسان حلقى .
(٤) الفريونات . (٥) لهب الأكسى أسيتيلين. (٦) البروم المذاب فى رابع كلوريد الكربون .
(٧) الغاز المائى . (٨) رابع كلوريد الكربون و الإثير . (٩) بولى إيثيلين (PE) .
(١٠) تفلون . (١١) الإيثيلين جليكول . (١٢) ثلاثى نيترو طولوين .
(١٣) أسود الكربون . (١٤) المنظفات الصناعية . (١٥) بولى فينيل كلوريد (PVC) .

السؤال الرابع عشر : أكتب الصيغة البنائية للمركبات الآتية ـ ثم أذكر أسمائها بنظام الأيوباك :

1- $C_2H_5CH_3CH(CH_3)C \equiv CCH_3$
2- $CH_2=CHCH(C_2H_5)CH_3$
3- $CH_3CH_2CHBrCH_2C \equiv CH$
4- $CH_3CH_2C(CH_3)_2CHClCH_3$

السؤال الخامس عشر :

من الشكل التالى :

١- أكتب الصيغ البنائية و الجزيئية للمركبات من (A) إلى (F) .
٢- أكتب معادلات التفاعلات السابقة .
٣- حدد المركب شديد الإنفجار مع تفسير ذلك .

الباب الخامس

الكيمياء العضوية

(الجزء الثانى)

قُل للعيونِ إذا تساقطَ دمعُهَا الله أكبرُ من همَى وأحزَانِى ..
قُل للفؤاد إذا تعاظَم كربهُ ربَ الفؤادِ بلطفهِ يرعَانِى ...

مقدمة

مرحباً بك عزيزى طالب الصف الثالث الثانوى و تهنئة من القلب على إجتيازك الصف الثانى الثانوى بنجاح و نتمنى لك كل التوفيق فى هذا العام الجديد .

مذكرة المنار مع أطيب أمنياتى بالنجاح و التوفيق .

أهم أسباب التفوق فى الشهادة الثانوية (إن شاء الله)

❶ التقـوى : يجـب علـى الطالـب أن يتـق الله عـز و جـل فـى أفعالـه و أقوالـه حتـى يحصـل علـى العلـم عمـلا بقولـه تعالى " و اتقوا الله و يعلمكم الله " لذلك يجب عليه تبعاً لذلك ترك المعاصى و التوبة إلى الله توبة نصوحا.

❷ المحافظة على الصلاة في أوقاتها خاصة صلاة الفجر .

❸ اللجوء لله بكثرة الدعاء له و التوكل عليه فى التوفيق فى المذاكرة و تحصيل العلم.

❹ تنظيم الوقت جيداً و عمل جدول أسبوعى للمذاكرة بحيث تكون هناك ساعات فى اليوم لمذاكرة الدروس الجديدة و عمل الواجبات و ساعات أخرى لمراجعة القديم ، كما يراعى فى التنظيم ان تراجع كل مادة على الأقل مرة واحدة فى الأسبوع.

❺ قبـل المـذاكرة اقـرأ و لـو صـفحة واحـدة مـن القـرأن الكـريم بتركيـز شـديد و تمعـن و تـدبر حتـى يكـون ذهنـك صـافياً و بعد ذلك يبدأ عقلك فى التركيز فى تحصيل العلم فقط دون تشويش من اى مؤثر خارجى .

❻ ابدأ المذاكرة بدعاء قبل المذاكرة و اختمها بدعاء بعد المذاكرة .

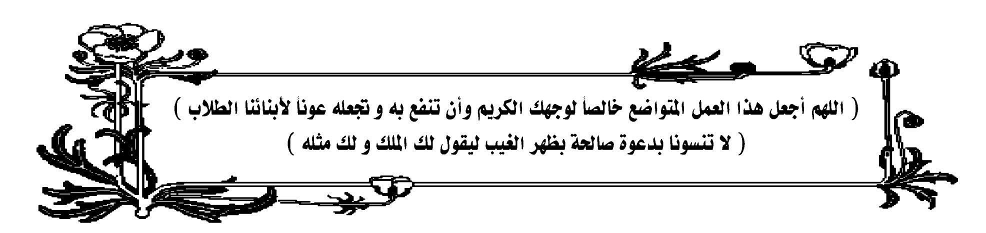
❼ اثناء المذاكرة حاول ان تستخدم عدة طرق لتثبيت المعلومات كالتالى : اقرأ الجزء الذى ستذاكره كاملاً أول مرة ثم قم بتقسيمه إلى عدة عناوين و أجزاء ثم ذاكر كل جزء على حدة بالصوت العالى مرة و بالقراءة مرة و بالكتابة مرة أخرى ثم ذاكر جميع الأجزاء معاً ثم قم بحل بعض الأسئلة على الدرس كاملاً .

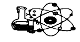
🕮 دعاء قبل المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إنى أسالك فهم النبيين و حفظ المرسلين و إلهام الملائكة المقربين ، اللهم اجعل ألسنتنا عامرة بذكرك و قلوبنا بخشيتك و أسرارنا بطاعتك إنك على كل شئ قدير و حسبنا الله و نعم الوكيل " ❁

🕮 دعاء بعد المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إني أستودعك ما قرأت وما حفظت فرده علي عند حاجتي إليه يا رب العالمين " ❁





مشتقات الهيدروكربونات

مقدمـــة :

اعتمد تصنيف المركبات العضوية فى **الماضى** على خواصها **الفيزيائية** مثل الرائحة و الطعم و **بعض** خواصها **الكيميائية** و مع تقدم طرق التحليل الكيميائى وجد أن الخواص الفيزيائية و الكيميائية للمركبات ترجع إلى وجود مجموعات معينة تسمى المجموعات الوظيفية .

✍ المجموعة الوظيفية أو الفعالة :

ذرة أو مجموعة من الذرات مرتبطة بشكل معين و تكون ركن من جزئ المركب و لكن فعاليتها (وظيفتها) تتغلب على خواص الجزئ بأكمله .

✍ وقد تم تقسيم المركبات العضوية إلى مجموعات (أقسام) لكل منها مجموعة وظيفية معينة كما بالجدول التالى :

القسم	الصيغة العامة	المجموعة الوظيفية	مثال
الكحولات	R - OH	الهيدروكسيل - OH	CH_3OH كحول مثيلى
الفينولات	Ar - OH	الهيدروكسيل - OH	C_6H_5OH (OH على حلقة البنزين) الفينول
الإثيرات	R - O - R	الإثير - O -	$CH_3 - O - CH_3$ إثير ثنائى الميثيل
الألدهيدات	$R-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-H$	الفورميل $-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-H$	$CH_3 - CHO$ أسيتالدهيد
الكيتونات	$R-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-R$	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-$ الكربونيل	$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-CH_3$ أسيتون (بروبانون)
الأحماض الكربوكسيلية	$R-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OH$	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OH$ الكربوكسيل	$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OH$ حمض الأسيتيك
الإسترات	$R-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OR$	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OR$ الإستر	$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-O\,C_2H_5$ إستر أسيتات الإيثيل
الأمينات	$R - NH_2$	الأمين $- NH_2$	$C_2H_5NH_2$ ايثيل أمين

الكحـولات و الفينـولات

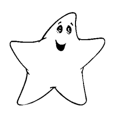
✍ هي مركبات عضوية تحتوي جزيئاتها على مجموعة أو أكثر من مجموعات الهيدروكسيل .

✍ إذا اتصلت مجموعة الهيدروكسيل بمجموعة **ألكيل** سمى المركب **كحول** R – OH و إذا اتصلت بمجموعة **آريل** سمى المركب **فينول** Ar – OH .

وجه المقارنة	الكحولات	الفينولات
? ?	R – OH	Ar – OH
? ?	مشتقة من **الماء** باستبدال ذرة <u>هيدروجين</u> بمجموعة **ألكيل** $\not{H}-OH \xrightarrow{+R} R-OH$	مشتقة من **الماء** باستبدال ذرة <u>هيدروجين</u> بمجموعة **آريل** $\not{H}-OH \xrightarrow{+Ar} Ar-OH$
	مشتقات هيدروكسيلية للهيدروكربونات **الأليفاتية** بإستبدال ذرة <u>هيدروجين</u> أو أكثر بمجموعة **هيدروكسيل** أو أكثر . $R-\not{H} \xrightarrow{+OH} R-OH$	مشتقات هيدروكسيلية للهيدروكربونات **الآروماتية** بإستبدال ذرة <u>هيدروجين</u> أو أكثر بمجموعة **هيدروكسيل** أو أكثر . $Ar-\not{H} \xrightarrow{+OH} Ar-OH$

أولاً : الكحـولات Alcoholes

التسميـة : هناك طريقتان لتسمية الكحولات و هما :



١) تبعا لمجموعة الألكيل (التسمية الشائعة) :

✍ تسمى الكحولات باسم مجموعة الألكيل تسبقها كلمة كحول .

✱ في التسمية الشائعة اصطلح على أن يطلق اسم (أيزو) على شق الألكيل إذا كانت ذرة كربون مجموعة الهيدروكسيل (مجموعة الكاربينول) متصلة بذرتى كربون .

أمثلـة :

كحول ميثيلى	كحول إيثيلى	كحول بروبيلى	كحول أيزو بروبيلى
CH_3-OH	CH_3-CH_2-OH	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	$CH_3-\underset{\mid}{CH}-CH_3$ OH

من قال سبحان الله و بحمده تكتب له ألف حسنة أو تحط عنه ألف سيئة

٢) تبعا لنظام الأيوباك :

✍ يشتق اسم الكحول من الألكان المقابل (المحتوى على نفس عدد ذرات الكربون) مع إضافة المقطع (ول) .

✍ **يجب عند التسمية ترقيم السلسلة الكربونية من الطرف القريب لمجموعة الهيدروكسيل .**

* أمثلة :

ميثانول	إيثانول	١- بروبانول	٢- بروبانول
CH_3-OH	CH_3-CH_2-OH	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	$H_3C-CH(OH)-CH_3$

* **مثال** : البنتان يمكن اشتقاق **أربعة** أيزوميرات كحولية مختلفة هي :

١) بنتانول $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ (كحول أولى)

٢) ٢- بنتانول $CH_3-CH_2-CH_2-CH(OH)-CH_3$ (كحول ثانوى)

٣) ٣- بنتانول $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_2-CH_3$ (كحول ثانوى)

٤) ٢- ميثيل ٢- بيوتانول $CH_3-CH_2-C(CH_3)_2-OH$ (كحول ثالثى)

تدريب :

١- أكتب الاسم الشائع و الاسم بنظام الأيوباك للكحولات الآتية :

$H_3C-CH_2-CH(OH)-CH_3$ $H_3C-CH(OH)-CH_3$ $H_3C-C(CH_3)(OH)-CH_3$ $H_3C-CH_2-C(CH_3)(OH)-CH_3$

٢- أكتب الصيغة البنائية لكل من الكحولات الآتية ثم وضح نوعها و أسمائها بطريقة مجموعة الألكيل :

١) ٢- بروبانول   ٢) ٣- هكسانول

٣) ٢,٣- ثنائى ميثيل -٢- بنتانول   ٤) ٢,٣- ثنائى ميثيل -١- بيوتانول

٥) ٢ ميثيل ١- بيوتانول   ٦) ٢- بيوتانول

٧) ٢ ميثيل ٢- بروبانول   ٨) ٣- ميثيل -٣- هكسانول

٩) ٢,٢- ثنائى ميثيل -١- بروبانول   ١٠) ميثانول

١١) كحول أيزو بنتيلى   ١٢) ٢,٣- ثنائى ميثيل -١- بيوتانول .

اللهم إنك تعلم أنى عرفتك على مبلغ إمكانى ، فاغفر لى فإن معرفتى إياك وسيلتى إليك

تصنيف الكحولات

الكـــاربينول : ذرة الكربـــون المتصـــلة بمجموعـــة الهيدروكسيل .

حسب عدد مجموعات الهيدروكسيل في الجزئ :

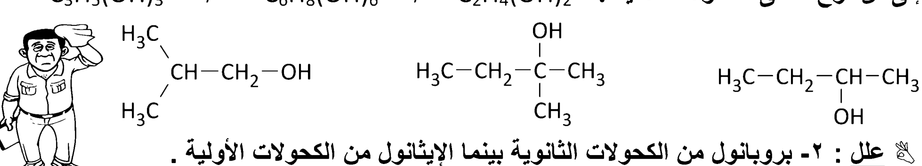
أحادية الهيدروكسيل	ثنائية الهيدروكسيل	ثلاثية الهيدروكسيل	عديدة الهيدروكسيل
CH_3-OH الميثانول	H_2C-CH_2 (OH OH) $C_2H_4(OH)_2$ الإيثيلين جليكول	$H_2C-CH-CH_2$ (OH OH OH) $C_3H_5(OH)_3$ الجليسرول	$H_2C-(CHOH)_4-CH_2$ (OH OH) $C_6H_8(OH)_6$ السوربيتول

تصنيف الكحولات أحادية الهيدروكسيل حسب نوع الكاربينول : $-\overset{|}{\underset{|}{C}}-OH$

	كحـولات أولية	كحـولات ثانويـة	كحـولات ثالثيـة
التعريـف	تكـــون فيهـــا مجموعـــة الكاربينول **طرفيـه** **أو** تـرتبط **بذرة** كربون واحدة و ذرتـي هيدروجين .	تــرتبط فيهـــا مجموعـــة الكاربينول **بذرتى** كربون و ذرة هيدروجين واحدة	تـــرتبط فيهـــا مجموعـــة الكاربينول **بثلاث** كربون .
الصيغـة العامـة	$R-\overset{H}{\underset{H}{C}}-OH$	$R-\overset{H}{\underset{R}{C}}-OH$	$R-\overset{R}{\underset{R}{C}}-OH$
مثـال	$H_3C-\overset{H}{\underset{H}{C}}-OH$ كحول إيثيلى إيثانول	$H_3C-\overset{H}{\underset{CH_3}{C}}-OH$ كحول بروبيلى ثانوى (كحول أيزو بروبيلى) ٢- بروبانول	$H_3C-\overset{CH_3}{\underset{CH_3}{C}}-OH$ كحول بيوتيلى ثالثى ٢- ميثيل -٢- بروبانول

تدريب :

إلى أى نوع تنتمى الكحولات الآتية : $C_2H_4(OH)_2$ / $C_6H_8(OH)_6$ / $C_3H_5(OH)_3$



✍ **علل : ٢- بروبانول من الكحولات الثانوية بينما الإيثانول من الكحولات الأولية .**

أولاً : الكحولات الأولية أحادية الهيدروكسيل

مثال : الكحول الإيثيلى (الإيثانول) C_2H_5OH

يعتبر الإيثانول من **أقدم** المركبات العضوية التى تم تحضيرها صناعياً فقد حضره قدماء المصريين منذ أكثر من ثلاثة آلاف عام من **تخمر المواد السكرية و النشوية** .

طرق تحضير الإيثانول فى الصناعة

١) التخمر الكحولى :

هو التحلل المائى للمواد السكرية أو النشوية فى وجود إنزيم الزيميز (فطر الخميرة) مكوناً الإيثانول و CO_2 .

◈ **الإنتاج :**

◈ ينتج حوالى ٢٠ ٪ من **الإيثانول** على مستوى **العالم** من عمليات **التخمر الكحولى** للمواد السكرية **و** النشوية خاصة فى البلدان التى تكثر فيها زراعة قصب السكر **و** البنجر **و** الذرة .

◈ فى مصر : يحضر الإيثانول من **المولاس " المحلول السكرى المتبقى بعد استخلاص السكر منه "** و ذلك فى مصانع شركة السكر و التقطير **المصرية بالحوامدية** .

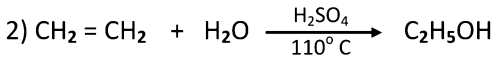
◈ تتم عملية **التخمر** Fermentation بإضافة **خميرة** (إنزيم **زيميز** Zymase enzyme) إلى المولاس (**السكروز**) فيتكون الإيثانول **و** ثانى أكسيد **الكربون تبعاً للخطوات التالية :**

$$1)\ \underset{\text{سكروز}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow[H^+]{\text{تحلل مائى}} \underset{\text{جلوكوز}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{فركتوز}}{C_6H_{12}O_6}$$

$$2)\ C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{إنزيم الزيميز}]{\text{خميرة}} \underset{\text{كحول إيثيلى}}{2\ C_2H_5OH} + 2CO_2$$

٢) الإماهة (الهيدرة) الحفزية للإيثين :

هى الطريقة الشائعة لتحضير الإيثانول خاصة فى معظم البلاد النفطية فعند تكسير المواد البترولية كبيرة السلسلة ينتج غاز الإيثين الذى يجرى له عملية إماهة حفزية (**تفاعل الإيثين مع الماء فى وجود عوامل حفازة مثل حمض الكبريتيك أو الفوسفوريك و التسخين عند** $110^\circ c$) .



$$1)\ \text{منتجات بترولية} \xrightarrow{\text{تكسير}} CH_2 = CH_2$$

$$2)\ CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} C_2H_5OH$$

س : من الايثين كيف تحصل على : الإيثانول و العكس .

س : مبتدئاً بالسكروز كيف تحصل على : الإيثان – الإيثيلين جليكول .

⇦ **علل : يعتبر الإيثانول من البتروكيماويات .**

لأنه يحضر من الهيدرة الحفزية للإيثين الناتج من تكسير المواد البترولية كبيرة السلسلة .

ملحوظة : الإيثين هو الألكين الوحيد الذى يعطى كحول أولى بالهيدرة الحفزية و بقية الألكينات فتعطى كحولات ثانوية أو ثالثية و يتم التفاعل طبقاً لقاعدة ماركونيكوف .

✍ إيثيـــــــن ←(إماهة حفزية)— إيثانول (**كحول أولى**)

✍ بقية الألكينات ←(إماهة حفزية)— كحولات ثانوية أو ثالثية (قاعدة ماركونيكوف)

** **مثال :**

$$CH_3 - CH = CH_2 + HOH \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} CH_3 - \underset{}{\overset{OH}{\overset{|}{C}}}H - CH_3$$

بروبين ← ٢- بروبانول (كحول ثانوى)

$$CH_3 - \overset{CH_3}{\overset{|}{C}} = CH_2 + HOH \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} CH_3 - \underset{OH}{\underset{|}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}} - CH_3$$

٢- ميثيل بروبين ← ٢- ميثيل -٢- بروبانول (كحول ثالثى)

الطريقة العامة لتحضير الكحولات

يمكن تحضير الكحولات **بتسخين هاليدات الألكيل مع المحاليل المائية للقلويات القوية** فتحل مجموعة الهيدروكسيل محل شق الهاليد و يتكون الكحول المقابل .

$$R\boxed{X + K}OH \xrightarrow[\text{مائيــة}]{\Delta} ROH + KX$$

⇦ **علل : هاليدات الألكيل مصدر للحصول على الكحولات الأولية و الثانوية و الثالثية .**

✍ وذلك بتسخين هاليدات الألكيل مع المحاليل المائية للقلويات **القوية** فتحل مجموعة الهيدروكسيل محل شق الهاليد و يتكون الكحول المقابل .

يوجد هاليد ألكيل أولى حيث ترتبط ذرة الهالوجين بذرة كربون مرتبط بها ذرتين هيدروجين على الاقل (أى بذرة كربون طرفية) .

يوجد هاليد ألكيل ثانوي حيث ترتبط ذرة الهالوجين بذرة كربون مرتبط بها ذرة هيدروجين واحدة (أى ذرة كربون وسطية) .

يوجد هاليد ألكيل ثالثي حيث ترتبط ذرة الهالوجين بذرة كربون غير مرتبطة بذرات هيدروجين (أى مرتبطة بثلاث ذرات كربون) .

ملحوظـة : ترتب الهالوجينات حسب **سهولة** انتزاعها من هاليد الألكيل كما يلى : يود – بروم – **كلور** .

أولاً : تحضير الكحولات الأولية :

$$CH_3 - CH_2 - \boxed{Br + K}OH \xrightarrow[\text{مائية}]{} CH_3 - CH_2 - OH + KBr$$

بروميد إيثيل ← إيثانول (كحول أولى)

ثانياً : تحضير الكحولات الثانوية :

$$CH_3 - \underset{CH_3}{\underset{|}{\overset{H}{\overset{|}{C}}}} - \boxed{Br + K}OH \xrightarrow[\text{مائية}]{} CH_3 - \underset{CH_3}{\underset{|}{\overset{H}{\overset{|}{C}}}} - OH + KBr$$

٢- برومو بروبان ← ٢- بروبانول (كحول ثانوى)

ثالثاً : تحضير الكحولات الثالثية :

$$CH_3-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{|}}{C}-Cl + KOH \xrightarrow{\text{مائية}} CH_3-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{|}}{C}-OH + KCl$$

٢- كلورو -٢- ميثيل بروبان (كلوريد بيوتيل ثالثى) ← بيوتانول ثالثى (٢- ميثيل -٢- بروبانول)

⇦ **علل : لا تصلح الإماهة الحفزية للألكينات فى الحصول على الميثانول .**

س : كيف تحصل على :

١- كحول بيوتيلى **ثالثى** من **ألكين** مناسب .

٢- **الإيثانول** من : **ألكان** مناسب – **ألكين** مناسب – **ألكاين** مناسب .

٣- كحول إيثيلى من **الإيثين** بثلاث طرق .

٤- بنتانول ثالثى من كحول أولى .

٥- كحول ثانوى من كحول أولى .

تدريب : من هاليد ألكيل مناسب كيف تحصل على : كحول (أولى / ثانوى / ثالثى) .

تدريب : ما هو هاليد الألكيل المناسب لتحضير الكحولات الآتية (اكتب معادلة التفاعل) :

١) الميثانول . ٢) ٢- بروبانول . ٣) ٢- ميثيل -٢- بروبانول .

الكحول المحول (السبرتو الأحمر)

✍ **هو عبارة عن إيثانول مضاف إليه بعض المواد السامة (الميثانول : يسبب الجنون و العمى) و المواد كريهة الرائحة (البيريدين) و بعض الصبغات لتلوينه .**

المكونات : 85 % إيثانول + 5 % ميثانول + 1 % إضافات + 9 % لون و رائحة و ماء .

✍ هذه الإضافات السامة و الكريهة الرائحة لا يمكن فصلها إلا بطرق كيميائية **معقدة بجانب أن** القانون يعاقب عليها .

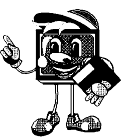
⇦ **علل : تفرض الدولة ضريبة إنتاج عالية على الإيثانول النقى الذى تركيزه** 96 % .

☜ للحد من تناوله فى المشروبات الكحولية لما لها من **أضرار** صحية **و** إجتماعية جسيمة .

الخواص العامة للكحولات

أولاً : الخواص الفيزيائية :

✱ الكحولات مواد شفافة **متعادلة** التأثير على صبغة عباد الشمس **لأن** مجموعة الهيدروكسيل بها **غير متأينة** .



✱ **المركبات الأولى :** سوائل **خفيفة** – **تمتزج** بالماء امتزاجاً تاماً .

✱ **المركبات المتوسطة :** سوائل **زيتية** القوام .

✱ **المركبات العليا :** مواد **صلبة** ذات قوام شمعى .

✱ تختلف الكحولات [خاصة المركبات **الأولى** منها] عن **الألكانات** المقابلة **فنجد أن** :

١) الكحولات تذوب فى الماء بعكس الألكانات المقابلة (علل) .

✍ بسبب إحتواء الكحولات على مجموعة الهيدروكسيل القطبية التى تكون روابط **هيدروجينية** بين جزيئات الكحول و الماء **فتذوب** بسهولة فى الماء .

كحول R — $^{-s}$O — H $^{+s}$ ····· O — H ماء (H)

٢) درجة غليان الكحولات مرتفعة بعكس الألكانات المقابلة (علل) .

✍ بسبب إحتواء الكحولات على مجموعة الهيدروكسيل القطبية التى تكون روابط **هيدروجينية** بين جزيئات الكحول و بعضها مما يسبب **إرتفاع** درجة غليانها .

R — $^{-s}$O — H $^{+s}$ ····· O — H (R)

★★ تزداد درجة ذوبان الكحول فى الماء بزيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل فى الجزئ و صغر الكتلة الجزيئية له .

⇦ **علل : يذوب الإثيلين جليكول** $C_2H_4(OH)_2$ **فى الماء بدرجة أكبر من الإيثانول** C_2H_5OH .

✍ لإحتواء الإيثيلين جليكول على عدد **أكبر** من مجموعات الهيدروكسيل القطبية فيزداد عدد الروابط الهيدروجينية التى يكونها مع جزيئات الماء فيذوب بدرجة أكبر من الإيثانول .

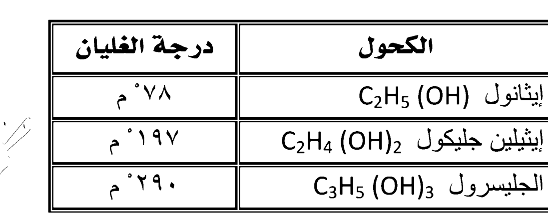
★★ تزداد درجة غليان الكحول بزيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل فى الجزئ و كبر الكتلة الجزيئية له .

⇦ **علل : درجة غليان الجلسرول** $C_3H_5(OH)_3$ **أعلى من الإيثانول** C_2H_5OH [**أو من البروبانول** C_3H_7OH] .

✍ لإحتواء **الجلسرول** على عدد أكبر من مجموعات **الهيدروكسيل** القطبية **فيزداد** عدد الروابط الهيدروجينية المتكونة بين **الجزيئات** فترتفع درجة الغليان .

س : رتب ما يلى تصاعديا حسب درجة الغليان :

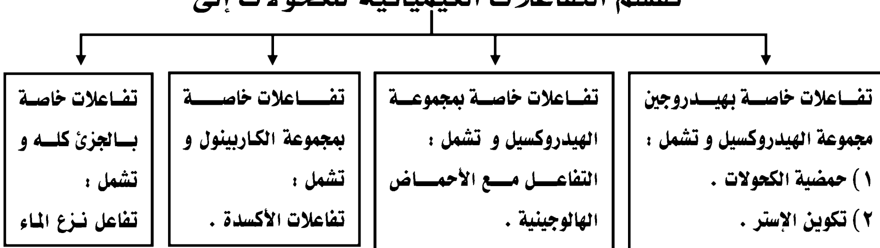
[C_2H_6 - $C_2H_4(OH)_2$ - C_2H_5OH - $C_3H_5(OH)_3$]



الكحول	درجة الغليان
إيثانول $C_2H_5(OH)$	٧٨ ˚م
إيثيلين جليكول $C_2H_4(OH)_2$	١٩٧ ˚م
الجليسرول $C_3H_5(OH)_3$	٢٩٠ ˚م

اللهم إنى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة و المسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و الفسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم و البكم و الجذام و الحذام و سيئ الأسقام

ثانياً : الخواص الكيميائية :



(١) تفاعلات خاصة بذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل (H –)

أولاً) حمضية الكحولات :

على الرغم من أن الكحولات متعادلة التأثير على عباد الشمس و لكنها تظهر صفة حمضية ضعيفة عند تفاعلها مع الفلزات القوية مثل **الصوديوم** و **البوتاسيوم** حيث **يحل** الفلز محل ذرة **هيدروجين** مجموعة الهيدروكسيل و يتكون **ألكوكسيد** الفلز و يتصاعد غاز **الهيدروجين** الذى يشتعل **بفرقعة** عند تقريب **شظية** مشتعله له .

$$2\ R-OH + 2\ Na \longrightarrow 2\ R-ONa + H_2\uparrow$$

الكوكسيد الصوديوم

⇦ **علل : تسلك الكحولات فى بعض تفاعلاتها مسلك الأحماض .**

⇦ **أو : علل : للكحولات صفة حمضية ضعيفة .**

↲ **لضعف** الرابطة بين الأكسجين **و** الهيدروجين فى مجموعة **الهيدروكسيل** لأن السالبية **الكهربية** لذرة الأكسجين **أكبر** من ذرة الهيدروجين **فتزاح** إلكترونات الرابطة **أكثر** ناحية ذرة **الأكسجين فيسهل كسر** هذه الرابطة القطبية و **يحل** الفلز محل **هيدروجين** مجموعة الهيدروكسيل .

تدريب عملى : (إثبات الخاصية الحامضية للكحولات)

الخطوات : ضع قطعة صغيرة من الصوديوم (فى حجم الحمصة) فى أنبوبة إختبار تحتوى على 5 ml من الإيثانول و **أغلق** الأنبوبة بإصبع الإبهام .

المشاهدة :

✳ حدوث **فوران** (دليل على حدوث تفاعل) .

✳ عند **تقريب** عود ثقاب مشتعل إلى فوهة الأنبوبة بحذر تحدث **فرقعة** مميزة لتصاعد غاز الهيدروجين .

✳ عند **تبخير** المحلول على حمام مائى بعد **انتهاء** التفاعل **تترسب** مادة صلبة **بيضاء** (إيثوكسيد الصوديوم) .

التفاعل :

$$2\ C_2H_5-OH + 2\ Na \longrightarrow 2\ C_2H_5-ONa + H_2\uparrow$$

إيثوكسيد صوديوم   يشتعل بفرقعة

⇦ **علل : يتكون راسب أبيض عند تبخير المحلول الناتج من تفاعل الإيثانول مع الصوديوم .**

↵ لتكون ملح إيثوكسيد الصوديوم الذى يظهر فى صورة راسب أبيض بعد تبخير المحلول .

* ملحوظة

↵ تتحلل **الألكوكسيدات** مائياً " تميؤ " و تعطى مرة أخرى الكحول و القلوى **فمثلاً** يتحلل إيثوكسيد الصوديوم مائياً و يعطى إيثانول و هيدروكسيد صوديوم كما يلى :

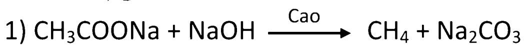
$$C_2H_5ONa + HOH \longrightarrow C_2H_5OH + NaOH$$

س : أكتب معادلة تفاعل فلز الصوديوم مع الميثانول .

س : كيف تحصل على الإيثانول من إيثوكسيد الصوديوم و العكس .

س : من أسيتات الصوديوم كيف تحصل على ميثوكسيد الصوديوم .

الحل :



1) $CH_3COONa + NaOH \xrightarrow{Cao} CH_4 + Na_2CO_3$

2) $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{uv} CH_3Cl + HCl$

3) $CH_3Cl + KOH \xrightarrow{\text{مائية}} CH_3OH + KCl$

4) $2\ CH_3OH + 2\ Na \longrightarrow 2\ CH_3ONa + H_2 \uparrow$

ثانياً) تكوين الإستر : (كحول + حمض كربوكسيلى ← إستر + ماء)

↵ **هو تفاعل الكحولات مع الأحماض العضوية فى وجود مادة نازعة للماء .**

الإسترات : هى مركبات عضوية تنتج من تفاعل الكحولات مع الأحماض العضوية .

$$\underset{\text{حمض إيثانويك}}{CH_3CO\ OH} + \underset{\text{إيثانول}}{H\ O\text{-}C_2H_5} \xrightarrow[conc]{H_2SO_4} \underset{\text{أسيتات (إيثانوات) الإيثيل}}{CH_3COO\text{-}C_2H_5} + H_2O$$

⇦ **علل : فى تفاعل الإسترة ينفصل من جزئ الكحول ذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل و تنفصل من جزئ الحمض مجموعة الهيدروكسيل . (مصدر الماء الناتج فى تفاعل تكوين الإستر : (H) من الكحول و (OH) من الحمض العضوى)**

⇦ **أو : علل : أكسجين الماء فى تفاعل الأسترة مصدره الحمض و ليس الكحول .**

لأنه عند تفاعل كحول إيثيلى يحتوى على نظير الأكسجين الثقيل (O^{18}) بحمض إيثانويك يحتوى على أكسجين عادى (O^{16}) وجد أن الماء الناتج يحتوى على أكسجين عادى فيكون مصدر أكسجين الماء هو الحمض العضوى و ليس الكحول .

⇦ **علل : يضاف حمض الكبريتيك المركز فى تفاعل الأسترة .**

↵ لأن التفاعل **إنعكاسى** لذا يضاف الحمض **لإمتصاص** الماء الناتج و **منع** حدوث التفاعل **العكسى** .

من قرأ الواقعة كل ليلة قبل أن ينام لقى الله عز و جل و وجهه كالقمر ليلة البدر

⇦ علل : تفاعل الإسترة من التفاعلات البطيئة و المنعكسة .

بطئ لأن التفاعل يتم بين الجزيئات و **منعكس** لأن هذه التفاعلات تسير فى **كلا** الإتجاهين الطردى و العكسى معاً و كلا المتفاعلات و النواتج توجد فى حيز التفاعل حيث لا يتكون راسب و لا يتصاعد غاز .

س : كيف تحصل على إستر أسيتات الإيثيل من كربيد الكالسيوم .

(٢) تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل (OH –)

تتفاعل الكحولات مع الأحماض الهالوجينية HX **(علل) نظراً لإحتواء الكحولات على مجموعة الهيدروكسيل .**

يتفاعل الإيثانول مع حمض الهيدروكلوريك المركز الذى يضاف إليه كلوريد الخارصين كعامل حفز مكوناً كلوريد الإيثيل :

$$C_2H_5 - OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} C_2H_5 - Cl + H_2O$$

كلوريد إيثيل

س : من الإيثانول كيف تحصل على كلوريد الإيثيل و **العكس .**

(٣) تفاعلات خاصة بمجموعة الكاربينول ($-\overset{|}{\underset{|}{C}}-OH$)

تتأكسد الكحولات بالعوامل المؤكسدة العادية مثل :

١) **ثانى كرومات البوتاسيوم** المحمضة بحمض الكبريتيك H_2SO_4 + $K_2Cr_2O_7$ (حمض الكروميك $H_2Cr_2O_7$) **حيث يتحول لونها البرتقالى إلى الأخضر .**

٢) **برمنجنات البوتاسيوم** المحمضة بحمض الكبريتيك المركز $KMnO_4 + H_2SO_4$ **حيث يزول لونها البنفسجى .**

يتركز فعل العامل المؤكسد على ذرات الهيدروجين المتصلة بمجموعة الكاربينول حيث يحولها إلى مجموعات هيدروكسيل .

لكن عندما تتصل **مجموعتى** هيدروكسيل بذرة **كربون واحدة** يكون المركب الناتج **غير ثابت** و سرعان ما **يفقد** جزئ **ماء** و يتحول إلى مركب **ثابت** و **تختلف نواتج الأكسدة حسب نوع الكحول :**

أولاً) أكسدة الكحولات الأولية

⇦ علل : تتأكسد الكحولات الأولية على مرحلتين .

لأن مجموعة **الكاربينول** تكون متصلة **بذرتى** هيدروجين فعندما تتأكسد ذرة الهيدروجين **الأولى** يتكون **الألدهيد** و عندما تتأكسد ذرة الهيدروجين **الثانية** يتكون **الحمض** :

كحول أولى $\xrightarrow{\text{أكسدة}}$ **ألدهيد** $\xrightarrow{\text{أكسدة}}$ **حمض كربوكسيلى**

مجموعة كحول أولية $-CH_2OH$ $\xrightarrow{\text{أكسدة}}$ **مجموعة ألدهيد** -CHC $\xrightarrow{\text{أكسدة}}$ **مجموعة كربوكسيل** -COC

من قرأ أية الكرسى عقب كل صلاة لم يمنعه من دخول الجنة إلا أن يموت

مثال : أكسدة الإيثانول

$$CH_3-\underset{H}{\overset{H}{C}}-OH \xrightarrow{[O]} \left[CH_3-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-OH\right] \xrightarrow{-H_2O} CH_3-\overset{H}{C}=O \xrightarrow{[O]} CH_3-\overset{OH}{C}=O$$

إيثانـــول — مركب غير ثابت — أسيتالدهيد (إيثانـــال) — حمض الأسيتيك (الإيثانويك)

و يمكن كتابة المعادلة السابقة اختصاراً على الصورة :

$$CH_3\mathbf{CH_2OH} + [O] \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4} CH_3\mathbf{CHO} + H_2O \xrightarrow{[O]} CH_3\mathbf{COOH}$$

⇦ **علل : يزول لون محلول برمنجانات البوتاسيوم المحمضة عند إضافتها للإيثانول .**

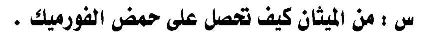
↲ لسهولة أكسدة الإيثانول لإتصال مجموعة الكاربينول بذرتى هيدروجين قابلتين للأكسدة مكونا الأسيتالدهيد ثم حمض الإيثانويك + **المعادلات** .

* أهمية كشف الأكسدة

↲ **الكشف عن الإيثانول (الكحولات) :** بوضع 3 ml إيثانول فى أنبوبة إختبار **ثم** تضاف إليه كمية **مماثلة** من محلول **ثانى كرومات البوتاسيوم** المحمضة بحمض الكبريتيك **ثم** تسخين الأنبوبة فى حمام مائى لمدة **عشر** دقائق **فنلاحظ تغير** اللون من البرتقالى **إلى** الأخضر **و ظهور** رائحة الخل (حمض الإيثانويك) . **و إذا استخدم** محلول **برمنجانات البوتاسيوم** المحمضة بحمض الكبريتيك كمادة مؤكسدة **نلاحظ** زوال اللون **البنفسجى** .

↲ **الكشف عن تعاطى السائقين للكحولات :** يسمح للشخص بنفخ **بالون** من خلال **أنبوبة** بها مادة سيلكاجل مشبعة بمحلول **ثانى كرومات البوتاسيوم** المحمضة بحمض الكبريتيك **ثم تترك البالونة** ليخرج منها هواء الزفير فإذا كان الشخص **مخموراً تغير** لون ثانى كرومات البوتاسيوم داخل الأنبوبة من اللون **البرتقالى** إلى اللون **الأخضر** .

س : من الميثان كيف تحصل على حمض الفورميك .



س : من إيثوكسيد الصوديوم كيف تحصل على حمض الأسيتيك و العكس .

س : كيف تميز عملياً بين : الإيثانول و الأسيتالدهيد .

علل : يعتبر الألدهيد مركب وسطى بين الكحول و الحمض العضوى .

(أجب بنفسك بالرجوع للجزء الأول صـ ٢٢ ـ)

علل : يستخدم تفاعل الأكسدة للكشف عن تعاطى السائقين للكحولات .

س : كيف تميز عملياً بين : شخص يتعاطى الكحول (الخمر) و آخر لا يتعاطاه .

ثانياً) أكسدة الكحولات الثانوية

كحول ثانوى ⟵(أكسدة) **كيتون**

مجموعة كحول ثانوى -CHOH ⟵(أكسدة) **مجموعة كيتون** $-\overset{|}{C}=O$

⇦ **علل : تتأكسد الكحولات الثانوية على خطوة واحدة .**

لأن مجموعة الكاربينول فى الكحولات الثانوية تتصل بذرة **هيدروجين واحدة** فتتم الأكسدة على خطوة واحدة و يتكون مركب **غير ثابت** يفقد جزئ ماء و يتحول إلى **كيتون** .

$$CH_3-\underset{H}{\overset{CH_3}{C}}-OH \xrightarrow{[O]} \left[CH_3-\underset{OH}{\overset{CH_3}{C}}-OH \right] \xrightarrow{-H_2O} CH_3-\overset{CH_3}{C}=O$$

كحول أيزو بروبيلى — مركب غير ثابت — أسيتون (٢ – بروبانون)

س : وضح بالمعادلات ما يلي :

١) أثر إضافة محلول برمنجانات البوتاسيوم المحمض إلى 2- بيوتانول .

٢) كيف تحصل على الأسيتون من كلاً من : بروبين — 1- بروبانول .

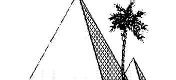
ثالثاً) أكسدة الكحولات الثالثية

⇦ **علل : لا تتأكسد الكحولات الثالثية بالعوامل المؤكسدة العادية.**

لعدم اتصال **مجموعة الكاربينول** بأى ذرات **هيدروجين** لذا فهى لا تتأكسد تحت الظروف العادية .

س : كيف تميز عملياً بين : ٢- بروبانول (كحول ثانوى) & ٢- ميثيل - ٢- بروبانول (كحول ثالثى) .

س : مركب عضوى له الصيغة العامة C_4H_9Br :



١) ما عدد المشابهات الجزيئية لهذا المركب (اكتب الصيغة البنائية لأربع متشابهات) .

٢) ما ناتج التحلل المائى (فى وجود KOH_{aq}) لكل من المشابهات السابقة .

٣) ماذا يحدث عند إضافة حمض الكروميك مع التسخين إلى كل ناتج فى الخطوة السابقة.

٤) ___?______??__?_________?___ (R – OH)

تشمل تفاعل نزع الماء بإستخدام مادة نازعة للماء مثل **حمض الكبريتيك** المركز الساخن **و يتوقف ناتج التفاعل على درجة الحرارة و عدد جزيئات الكحول** :

⇦ **علل : تتفاعل الكحولات مع حمض الكبريتيك المركز .**

لإحتواء الكحولات على مجموعة الهيدروكسيل OH .

♣ عند تسخين الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز عند ١٤٠ ْم :

↫ يُنتزع جزيء ماء بواسطة حمض الكبريتيك من **جزيئين كحول** و ينتج **الإثير** :

$$C_2H_5-OH + C_2H_5-OH \xrightarrow[140\,^\circ C]{H_2SO_4} C_2H_5-O-C_2H_5 + H_2O$$

إيثر ثنائى الإيثيل

علل : تعتبر الإيثيرات انهيدريدات للكحولات .

س : كيف تحصل على الإثير المعتاد (إيثير ثنائى الإيثيل) من : الإيثين – الإيثانول .

♣ عند تسخين الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز عند ١٨٠ ْم :

↫ يُنتزع جزئ ماء بواسطة حمض الكبريتيك من جزئ **كحول** واحد و ينتج **الألكين** :

$$H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-OH \xrightarrow[180\,^\circ C]{H_2SO_4} H-\overset{H}{C}=\overset{H}{C}-H + H_2O$$

إيثين (إيثيلين)

س : من إيثوكسيد الصوديوم كيف تحصل على الإيثيلين جليكول .

س : وضح بالمعادلات :

١) تأثير حمض الكبريتيك المركز على الإيثانول فى درجات الحرارة المختلفة (80 – 140 – 180 **) .**

٢) كيف تجرى التحويلات الآتية :

A - **كربيد كالسيوم إلى إيثوكسيد صوديوم .**

B - **بروميد إيثيل إلى ميثان .**

C - **حمض أسيتيك إلى كلوريد إيثيل .**

الأهمية الاقتصادية للكحول الإيثيلى

١ - مذيب للمركبات العضوية مثل الزيوت و الدهون و فى الصناعات الكيميائية مثل الأدوية و الطلاء و الورنيش .

٢ - يستخدم فى محاليل تعقيم الفم و الأسنان عن طريق المضمضة كمادة مطهرة (علل) لقدرته على قتل الميكروبات .

٣ - يخلط مع الجازولين و يستخدم كوقود فى بعض البلدان مثل البرازيل .

٤ - تملأ به الترمومترات التى تقيس درجات الحرارة المنخفضة حتى $-50\,^\circ c$ **(علل) لإنخفاض درجة تجمده تصل إلى** ($-110{,}5\,^\circ c$) .

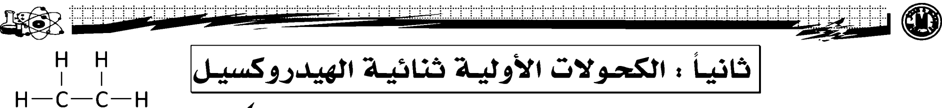
٥ - يستخدم فى صناعة الروائح العطرية و المشروبات الكحولية .

[للمشروبات الكحولية أضرار فتاكة على صحة الإنسان مثل تليف الكبد و سرطان المعدة و المرئ] .

٦ - يدخل فى تكوين الكحول المحول الذى يستخدم كوقود منزلى و فى بعض الصناعات الكيميائية .

(مكونات الكحول المحول : 85 % إيثانول + 5 ٪ ميثانول + 1 ٪ إضافات + 9 ٪ لون و رائحة و ماء)

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم



ثانياً : الكحولات الأولية ثنائية الهيدروكسيل

```
H   H
|   |
H—C—C—H
|   |
OH  OH
```

تذكر تفاعل باير

مثال : الإيثلين جليكول (٢،١- ثنائى هيدروكسى إيثان) $C_2H_4(OH)_2$

الاستخدام :

١ - يستخدم في مبردات السيارات في المناطق الباردة كمادة مانعة لتجمد الماء في مبردات السيارات .

(علل بالرجوع للجزء الأول)

٢ - يستخدم في سوائل الفرامل الهيدروليكية و أحبار الأقلام الجافة و أحبار الطباعة (علل) بسبب لزوجته الشديدة .

٣ - يحضر منه بوليمر بولى إيثيلين جليكول (PEG) الذى يدخل في تحضير ألياف الداكرون و أفلام التصوير و أشرطة التسجيل .

س : من الإيثين كيف تحصل على الإثيلين جليكول .

ثالثاً : الكحولات الأولية ثلاثية الهيدروكسيل

```
H   H   H
|   |   |
H—C—C—C—H
|   |   |
OH  OH  OH
```

مثال : الجليسرول (٣،٢،١- ثلاثى هيدروكسى بروبان) $C_3H_5(OH)_3$

الاستخدام :

١ - يستخدم كمادة مرطبة للجلد في مستحضرات التجميل و الكريمات .

٢ - يدخل في صناعة النسيج (علل) لأنه يكسب الأقمشة المرونة و النعومة .

٣ - يدخل في تحضير مفرقعات النيترو جلسرين (ثلاثى نترات الجلسرين) عن طريق عملية النيترة بواسطة خليط من حمضى الكبريتيك و النيتريك و **يستخدم النيتروجلسرين أيضاً في توسيع الشرايين في علاج الأزمات القلبية** :

$$\begin{matrix} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2-OH \end{matrix} + 3\,HO-NO_2 \xrightarrow{H_2SO_4\ Conc.} \begin{matrix} CH_2-O-NO_2 \\ | \\ CH-O-NO_2 \\ | \\ CH_2-O-NO_2 \end{matrix} + 3\,H_2O$$

جليسرول — ثلاثى نترات الجلسرين

اللهمَّ إنى أسألك يا فارج الهم ، يا كاشف الغم ، يا مجيب دعوة المضطرين ، يا رحمن الدنيا ، يا رحيم الآخرة ، أرحمنى برحمتك اللهمَّ لكَ أسلمتُ ، و بكَ آمنتُ ، و عليكَ توكلتُ ، و بكَ خاصمتُ و إليكَ حاكمتُ ، فاغفر لى ما قدمتُ و ما أخرتُ ، و ما أسررتُ و ما أعلنتُ ، و أنتَ المقدم و أنتَ المؤخر لا إله إلا أنت الأول و الأخر و الظاهر و الباطن ، عليكَ توكلتُ ، و أنتَ رب العرش العظيم اللهمَّ آتِ نفسى تقواها ، و زكها يا خير من زكاها ، أنت وليها و مولاها يا رب العالمين .

رابعاً : المركبات عديدة الهيدروكسيل

الكربوهيدرات : مواد ألدهيدية أو كيتونية عديدة الهيدروكسيل .

⇦ **علل : تعتبر الكربوهيدرات مواد ألدهيدية أو كيتونية عديدة الهيدروكسيل .**

لأنها تحتوى على أكثر من مجموعة هيدروكسيل بجانب مجموعة ألدهيد أو كيتون .

مثال : **سكر الجلوكوز** أو **سكر الفركتوز** و **كلاهما له** الصيغة **الجزيئية** $C_6H_{12}O_6$.

السكر	الجلوكوز	الفركتوز
الصيغة البنائية المكثفة	CHO | $(CHOH)_4$ | CH_2OH	CH_2-OH | $C=O$ | $(CHOH)_3$ | CH_2-OH
المجموعات الوظيفية	**ألدهيد + هيدروكسيل**	**كيتون + هيدروكسيل**

⇦ **علل : الجلوكوز و الفركتوز من المتشابهات الجزيئية .**

يجيء القرآن يوم القيامة كالرجل الشاحب يقول لصاحبه : هل تعرفني ؟ أنا الذي كنت أسهر ليلك ، واظمىء هواجرك وإن كل تاجر من وراء تجارته ، وأنا لك اليوم من وراء كل تاجر ، فيعطى الملك بيمينه ، والخلد بشماله ، ويوضع على رأسه تاج الوقار ، ويكسى والداه حلتين لا تقوم لهم الدنيا وما فيها ، فيقولان : يا رب ! أنى لنا هذا ؟ فيقال : بتعليم ولدكما القرآن . وإن صاحب القرآن يقال له يوم القيامة : اقرا وارتق في الدرجات ، ورتل كما كنت ترتل في الدنيا ، فإن منزلتك عند آخر آية معك .

الفينولات Phenols

الفينولات :

مركبات هيدروكسيلية آروماتية تتصل فيها مجموعة هيدروكسيل أو أكثر مباشرة بذرات كربون حلقة البنزين .

فينول (حمض كربوليك) — كاتيكول — بيروجالول

س : أذكر تسمية الأيوباك للمركبات الثلاثة السابقة ؟

الفينول (حمض الكربوليك C_6H_5-OH)

الفينول مركب عضوي له أهمية صناعية كبيرة (علل) يستخدم كمادة أولية في تحضير كثير من المنتجات مثل البوليمرات ، الأصباغ ، المطهرات ، مستحضرات حمض السلسليك (مثل الأسبيرين) ، حمض البكريك .

طرق الحصول على الفينول

١) **قطران الفحم** : **بالتقطير التجزيئى لقطران الفحم .**

٢) **المركبات الهالوجينية الأروماتية :**

التحليل المائى للكلورو بنزين بالتسخين مع هيدروكسيد الصوديوم عند درجة $300\ ^0c$ **و ضغط** 300 atm .

$$C_6H_5Cl + NaOH \xrightarrow[300\ atm]{300\ ^0c} C_6H_5OH + NaCl$$

كلورو بنزين

س : من البنزين كيف تحصل على : الفينول و العكس .

س : من الفينول كيف تحصل على : الطولوين .

الخواص الفيزيقية للفينول :

- مادة **صلبة** كاوية على الجلد لها رائحة **مميزة** تنصهر عند $43\ ^0c$.
- **شحيح** الذوبان فى الماء و **يزداد** ذوبانه فى الماء **برفع** درجة الحرارة **فيمتزج** تماماً بالماءعند $65\ ^0c$.

الخواص الكيميائية للفينول

أولاً) حامضية الفينول

⇦ **علل : الفينولات أكثر حامضية من الكحولات . أو : يتفاعل الفينول مع القلويات مثل الصودا الكاوية**

⇦ **أو : يسمى الفينول بحمض الكربوليك . أو : يعتبر الفينول من الأحماض .**

لأن حلقة البنزين فى الفينول **تزيد** من طول الرابطة بين (H - O) **فتضعفها فيسهل** إنفصال **أيون** الهيدروجين .

⇦ **علل : لا يمكن نزع مجموعة الهيدروكسيل من الفينولات بتفاعلها مع الأحماض .**

↲ لأن حلقة البنزين فى الفينول **تقلل** من طول الرابطة بين ذرة **كربون** حلقة البنزين فى الفينول و ذرة **أكسجين** مجموعة الهيدروكسيل **فتزداد قوة** الرابطة **فيصعب** كسرها و **نزع** مجموعة **الهيدروكسيل** من الفينول .

مقارنة بين الكحولات و الفينولات

	الكحــول	**الفينــول**
الحامضية	**أقل** من الفينولات	**أكثر** من الكحولات
التأثير على عباد الشمس	**متعادلة** التأثير	**حمضية** التأثير
التفاعل مع الصوديوم Na	**يتفاعل** و ينتج : ألكوكسيد صوديوم $R-ONa + H_2$	**يتفاعل** و ينتج : **فينوكسيد** صوديوم $C_6H_5-ONa + H_2$
التفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم NaOH	**لا يتفاعل** لأن ليس له خواص **حمضية**	**يتفاعل** و ينتج : **فينات** صوديوم $C_6H_5-ONa + H_2O$
التفاعل مع حمض الهيدروكلوريك HCl	**يحدث تفاعل** لسهولة نزع مجموعة OH $R \rightarrow O^{-\sigma} - H^{+\sigma}$	**لا يحدث تفاعل** لصعوبة نزع مجموعة OH لقوة إرتباطها بحلقة البنزين . $Ar \leftarrow O^{+\sigma} - H^{+\sigma}$

أسئلة

١) ماذا يقصد بالتقطير الإتلافى للفحم الحجرى ؟ و من أحد نواتج التقطير كيف تحصل على الفينول ؟

٢) من البنزين كيف تحصل على حمض الكربوليك و العكس .

س : ما الفرق بين حمض الكربوليك وحمض الكربونيك من حيث : الصيغة الكيميائية – الحمضية .

ثانياً) نيترة الفينول

↲ يتفاعل الفينول مع حمض النيتريك المركز فى وجود حمض الكبريتيك المركز مكوناً ثلاثى نيترو فينول و يسمى تجارياً **بحمض البكريك** .

$$C_6H_5OH + 3HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4\ conc} C_6H_2(NO_2)_3OH + 3H_2O$$

ثلاثى نيترو فينول **(حمض بكريك)**

استخدامات حمض البكريك : مادة **متفجرة** – مادة **مطهرة** لعلاج **الحروق** (علل) **حيث يصبغ الجلد بلون أصفر لا يسهل إزالته و يبقى عدة أيام إلى أن تتجدد طبقة الجلد الخارجية (البشرة) .**

علل : حمض البكريك سلاح ذو حدين .

س : **كيف تحصل على** حمض البكريك من كربيد الكالسيوم .

س : **اكتب المعادلات التى توضح** تأثير الصودا الكاوية على كل من :

١- **الفينول** .   ٢- بروميد بيوتيل ثالثى .

٣- **ألكيل حمض** بنزين سلفونيك مع ذكر إستخدام للمركب الناتج .

٣) التفاعل مع الفورمالدهيد

يتفاعل **الفورمالدهيد مع الفينول** و ذلك بخلطهما فى وسط حمضى **أو** قاعدى و يكونا معاً **بوليمر مشترك** Copolymer **ثم تجرى** عملية بلمرة **بالتكاثف** ليتكون بوليمر **الباكليت** .

2 جزئ فينول + 1 جزئ فورمالدهيد ⟵(وسط حمضى / أو قاعدى)⟵ **بوليمر مشترك** ⟵(بلمرة / تكاثف)⟵ **بوليمر باكليت**

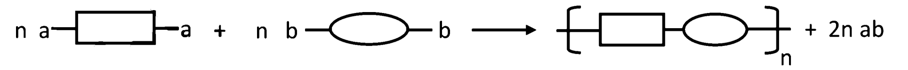
تفسير تفاعل الفينول مع الفورمالدهيد : يتم التفاعل على **خطوتين** هما :

١) يتفاعل جزئ من الفورمالدهيد مع **جزيئين** فينول و **يخرج** جزئ ماء مكوناً بوليمر مشترك .

٢) ترتبط جزيئات البوليمر المشترك بالتتابع مكونة بوليمر **شبكى** .

بوليمرات التكاثف

بوليمرات مشتركة تنتج من إرتباط مونمرين مختلفين و يخرج جزئ صغير مثل جزئ الماء .



الباكليت : من أنواع البلاستيك الشبكى – لونه بنى قاتم – يتحمل الحرارة – **عازل للكهرباء** ؛ لذا يستعمل فى عمل الأدوات الكهربية و طفايات السجائر .

الكشف عن الفينول

أولاً : عند إضافة قطرات من محلول كلوريد الحديد III إلى محلول الفينول فى الماء يتكون لون بنفسجي .

ثانياً : عند إضافة ماء البروم إلى محلول الفينول فى الماء يتكون راسب أبيض .

س : **كيف تميز عملياً بين** : **الفينول و الإيثانول .**

بوليمر البكاليت : " معلومة إضافية "

بوليمر ناتج من البلمرة بالتكاثف لناتج تفاعل الفورمالدهيد مع الفينول بخلطهما فى وسط حمضى أو قاعدى .

الأحمـاض الكربوكسيليــة Carboxylic Acids

مجموعة متجانسة من المركبات العضوية تتميز بوجود مجموعة أو أكثر من مجموعات الكربوكسيل (-COOH) .

- تعتبر أكثر المواد العضوية حامضية إلا أنها ليست أحماضاً قوية مثل الأحماض غير العضوية كحمض الهيدروكلوريك و حمض الكبريتيك و حمض النيتريك .

- **مجموعة الكربوكسيل** (COOH –) المميزة للأحماض العضوية هى مجموعة مركبة من مجموعتى كربونيل (-C=O) و هيدروكسيل (OH –) .

- **قاعدية الحمض العضوى :**

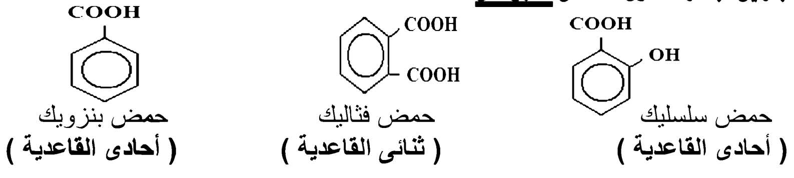
هى عدد مجموعات الكربوكسيل الموجودة فى جزئ الحمض العضوى .

- **قدتتصل مجموعة الكربوكسيل بـ :**

أ) مجموعة ألكيل لتكون الحمض الأليفاتى :

COOH | COOH	C_2H_5COOH	CH_3 - COOH	H - COOH
حمض أكساليك	حمض بروبانويك	حمض أستيك	حمض فورميك
(ثنائى القاعدية)	(أحادى القاعدية)	(أحادى القاعدية)	(أحادى القاعدية)

ب) حلقة البنزين مباشرة لتكون الحمض الأروماتى :



حمض سلسليك	حمض فثاليك	حمض بنزويك
(أحادى القاعدية)	(ثنائى القاعدية)	(أحادى القاعدية)

⇦ **علل : تسمى الأحماض الأليفاتية المشبعة أحادية الكربوكسيل بالأحماض الدهنية .**

لأن عدد كبير من هذه الأحماض يوجد فى الدهون على هيئة إسترات مع الجليسرين .

تسمية الأحماض الكربوكسيلية

١) **الإسم الشائع** :

تسمى الأحماض الكربوكسيلية عادة بأسمائها **الشائعة** المشتقة من الإسم **اللاتينى** أو **الإغريقى للمصدر** المُحضرة منه .

٢) **الإسم تبعاً لنظام الأيوباك** :

التسمية الشائعة للأحماض هى الأكثر استخداماً عن باقى المركبات العضوية الأخرى و إلا أنه يمكن تسميتها بنظام أيوباك و ذلك من اسم **الألكان** المقابل مع إضافة المقطع (**ويك**) إلى نهاية اسم الألكان [**ألكان + ويك = ألكانويك**] و يبدأ ترقيم ذرات الكربون فى أطول سلسلة كربونية مستمرة على أن تأخذ ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل رقم (1)

اسم الحمض تبعا للأيوباك	اسم الحمض تبعا لمصدره	الصيغة
Methanoic acid حمض ميثانويك	حمض الفورميك النمل (Formica)	HCOOH
Ethanoic acid حمض إيثانويك	حمض الأسيتيك الخل (Acetum)	CH_3COOH
Propanoic acid حمض بروبانويك	حمض بروبيونيك العرق (Protos)	C_2H_5COOH
Butanoic acid حمض بيوتانويك	حمض البيوتيريك الزبدة (Butter)	C_3H_7COOH
Hexadecanoic acid حمض هكساد يكانويك	حمض البالمتيك زيت النخيل (Palm Oil)	$C_{15}H_{31}COOH$

⇦ **علل : اشتقاق اسم حمض الفورميك من اسم النمل الأحمر** (Formica) .

لأنه حُضر أول مرة من تقطير النمل المطحون .

علل لما يلى :

١) حمض الأسيتيك أحادى القاعدية رغم إحتوائه على أربع ذرات هيدروجين .

٢) حمض البنزويك له نوع واحد من الأملاح بينما حمض الفثاليك له نوعين من الأملاح .

٣) يتشابه حمض الأسيتيك مع حمض البنزويك فى بعض الخواص .

حمض الأسيتيك CH_3COOH

★ **طرق تحضيره :**

(١) **الطريقة الحيوية (فى مصر) :**

بأكسدة المحاليل الكحولية المخففة بواسطة أكسجين الهواء وفى وجود البكتيريا التى تعرف **ببكتريا الخل** .

(٢) **من الأستيلين :**

بالهيدرة الحفزية للأستيلين فينتج **الأسيتالدهيد** الذى **يتأكسد** بدوره إلى **الحمض** بسهولة :

$$C_2H_2 + H_2O \xrightarrow[H_2SO_4\ 40\ \%]{HgSO_4\ 60\ ^\circ C} CH_3CHO \xrightarrow{[O]} CH_3COOH$$

الخواص العامة للأحماض الأليفاتية

* أولاً : الخواص الفيزيائية

تتدرج الخواص الفيزيائية للأحماض العضوية **بزيادة** الكتلة الجزيئية :

✱ **الأحماض الأربعة الأولى : سوائل** كاوية – لها رائحة **نفاذة** – **تامة** الذوبان فى الماء .

✱ **الأحماض الوسطـــــى : سوائل** زيتية القوام – **كريهة** الرائحة – **شحيحة** الذوبان فى الماء .

✱ **الأحماض العليـــــا : صلبة – عديمة** الرائحة – **غير قابلة** للذوبان فى الماء .

(**بزيادة** الكتلة الجزيئية **تزداد** درجة الغليان و **تقل** درجة الذوبان فى الماء و **تقل** الرائحة الكريهة إلى أن تنعدم) .

⇦ علل : درجة غليان الأحماض الكربوكسيلية أعلى من الكحولات المساوية لها فى عدد ذرات الكربون أو الكتلة الجزيئية .

لأن **الأحماض** لها القدرة على تكوين **رابطتين هيدروجينيتين** بين كل جزيئين بينما **الكحولات** تكون **رابطة هيدروجينية واحدة** بين كل جزيئين .

```
R           R
|           |
O – H ----- O – H

        O ------- H O
       //           \
R ── C               C ── R
       \           //
        O H ------- O
```

الحمض	الكتلة الجزيئية	درجة الغليان	الكحول	الكتلة الجزيئية	درجة الغليان
حمض الفورميك	٤٦	١٠٠ °م	**الإيثانول**	٤٦	٧٨ °م
حمض الأسيتيك	٦٠	١١٨ °م	**البروبانول**	٦٠	٩٨ °م

* ثانياً : الخواص الكيميائية

١) خواص تعزى إلى أيون الهيدروجين : (الخاصية الحامضية)

تظهر الخاصية الحامضية فى الأحماض الكربوكسيلية فى **تفاعلها** مع الفلزات النشطة (تسبق الهيدروجين فى السلسلة الكهروكيميائية) و الأكاسيد و الهيدروكسيدات و **أملاح الكربونات** و البيكربونات **لتكوين أملاح عضوية** :

$$\rightarrow 2CH_3COOH + Mg \longrightarrow (CH_3COO)_2Mg + H_2 \uparrow$$

$$\rightarrow CH_3COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2 \uparrow$$

٢) خواص تعزى إلى مجموعة الهيدروكسيل : (تكوين الإسترات)

تتفاعل الأحماض العضوية مع الكحولات لتكوين الإستر و الماء :

$$CH_3CO\boxed{OH + H}O - C_2H_5 \xrightarrow[\text{Conc.}]{H_2SO_4} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

س : ما دور حمض الكبريتيك فى التفاعل السابق .

اللهم إنى أعوذ بك من الهم و الحزن ، و أعوذ بك من العجز و الكسل ، و أعوذ بك من غلبة الدين و قهر الرجال ، اللهم إنى أعوذ بك من الفقر إلا إليك و من الذل إلا لك و من الخوف إلا منك ، و أعوذ بك أن أقول زوراً أو أغشى فجوراً أو أكون بك مغروراً ، و أعوذ بك من شماتة الأعداء و عضال الداء و خيبة الرجاء ، اللهم إنى أعوذ بك من شر الخلق و همّ الرزق و سوء الخلق يا أرحم الراحمين و يا رب العالمين .

٣) خواص تعزى إلى مجموعة الكربوكسيل : (تكوين الكحولات)

تُختزل الأحماض الكربوكسيلية بواسطة **الهيدروجين** فى وجود عامل حفز (**كرومات النحاس**) عند 200^0c و يمكن تحضير الإيثانول من حمض الأسيتيك بهذه و يعتبر هذا التفاعل **عكس** تفاعل **أكسدة** الكحولات إلى أحماض :

كحول أولى ←(أكسدة)— **ألدهيد** ←(أكسدة)— **حمض كربوكسيلى**

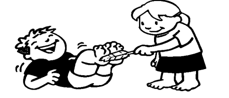
$-CH_2OH$ $-CHO$ $-COOH$

$-COOH \xrightarrow[CuCrO_4\ /\ 200^{o}]{\text{اختزال}} -CH_2OH$

مثال : إختزال حمض الأسيتيك

$$CH_3COOH + 2H_2 \xrightarrow[200\,^{o}C]{CuCrO_4} C_2H_5OH + H_2O$$

س : **من الإيثانول كيف تحصل** على حمض الأسيتيك و **العكس** .



الكشف عن حمض الأسيتيك

١-كشف الحامضية :

إضافة الحمض إلى ملح كربونات **أو** بيكربونات الصوديوم **يحدث** فوران و يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير .

⇦ **علل : تستخدم أملاح الكربونات فى الكشف عن الأحماض العضوية . (معلومة إضافية)**

لأن الأحماض العضوية **أكثر** ثباتاً من حمض الكربونيك **فتطرده** من أملاحه فى صورة غاز CO_2 الذى يعكر ماء الجير الرائق .

٢-كشف تكوين الإستر (الإسترة) :

تتفاعل الأحماض مع الكحولات لتكوين الإسترات المميزة برائحتها الذكية (روائح لأنواع **مختلفة** من الزهور أو الفواكه تبعاً لنوع الكحول و الحمض) .

علل : يستخدم تفاعل تكوين الإستر للكشف عن كل من الأحماض العضوية و الكحولات .

س : كيف تميز عملياً بين حمض الأسيتيك و أى مركب عضوى آخر .

الأحماض الكربوكسيلية الأروماتية

هي مركبات تحتوي على مجموعة كربوكسيل أو أكثر متصلة مباشرة بحلقة البنزين .

أمثلة :

١- أحماض أروماتية **أحادية** الكربوكسيل (أحادية **القاعدية**) مثل : حمض البنزويك **(فينيل ميثانويك)**

٢- أحماض أروماتية **ثنائية** الكربوكسيل (ثنائية **القاعدية**) مثل : حمض الفثاليك .

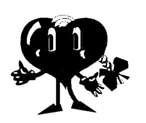
COOH / OH حمـــض السلســـليك	HOOC–⌬–COOH حمـــض التـــير فثاليـــك (ثنـــائي القاعديـــة)	COOH / COOH حمـــض الفثاليـــك (ثنـــائي القاعديـــة)	COOH حمـــض البنزويـــك (أحـــادي القاعديـــة)

⋆ طريقة تحضير حمض البنزويك

بأكسدة الطولوين باستخدام المواد **المؤكسدة** المناسبة .

فمثلاً يحضر **تجارياً** بأكسدة الطولوين **بأكسجين** الهواء الجوى عند $400\ ^0c$ فى وجود خامس أكسيد الفاناديوم V_2O_5 :

$$2\,C_6H_5CH_3 + 3O_2 \xrightarrow[400\ °C]{V_2O_5} 2\,C_6H_5COOH + 2\,H_2O$$



✍ **س : من الطولوين كيف تحصل على** حمض البنزويك و **العكس** .

الخواص الفيزيائية :

الأحماض **الأروماتية** **أقوى** قليلاً من الأحماض **الأليفاتية** – و **أقل** ذوباناً فى الماء – و **أقل تطايراً** (أعلى فى درجة الغليان أى أكثر **ثباتاً**) .

* **ملحوظة :** حمض البنزويك **أقوى** حمضية من حمض الأسيتك **(علل)** .

✍ **ترتب المواد تنازلياً حسب قوة الحمضية :**

(حمض معدنى ← حمض آروماتى ← حمض أليفاتى ← حمض كربونيك ← فينول ← كحول)

س : رتب المركبات التالية تنازلياً حسب قوة حامضيتها :

(حمض أسيتيك – حمض بنزويك – حمض نيتريك – حمض كربونيك – حمض كربوليك – كحول إيثيلى)

اللهم إنى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة والمسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و الفسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم و البكم و الجذام و الحذام و سيئ الأسقام .

الخواص الكيميائية :

تفاعلات مجموعة الكربوكسيل **تشبه** تلك الموجودة فى الأحماض **الأليفاتية** و يتمثل ذلك فى **تكوين** أملاح مع الفلزات **أو** هيدروكسيداتها **أو** كربوناتها **و تكوين** إسترات مع الكحول :

$$C_6H_5COOH + NaOH \longrightarrow C_6H_5COONa + H_2O$$

$$C_6H_5CO\boxed{OH + H}O - C_2H_5 \xrightarrow[\text{جاف}]{HCl} C_6H_5COOC_2H_5 + H_2O$$

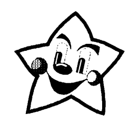
س : وضح بالمعادلات الرمزية تفاعل حمض البنزويك مع كل من :

(الصوديوم – كربونات الصوديوم – بيكربونات الصوديوم)

س : كيف تحصل على حمض البنزويك من البنزين و العكس .

⇦ **علل : يختلف حمض البنزويك عن حمض الأسيتيك فى بعض التفاعلات .**

لأن حمض البنزويك **له خواص** أروماتية حيث يتفاعل بالهلجنة أو السلفنة أو النيترة و يتم الإستبدال فى الموضع ميتا .



الأحماض العضوية فى حياتنا

١- **حمض الفورميك** (HCOOH) :

الخواص : يفرزه النمل الأحمر **دفاعاً** عن نفسه .

الإستخدام : **صناعة** : الصبغات – المبيدات الحشرية – **العطور** – العقاقير – البلاستيك .

٢- **حمض الأسيتيك** (CH_3COOH) :

الخواص :

- الحمض **النقى** 100 % ذو رائحة نفاذة **يتجمد** عند $16\ ^0c$ على هيئة **بلورات شفافة** تشبه **الثلج** لذا يسمى **حمض الخليك الثلجى .**

- الحمض **المخفف** 4 % هو **الخل** الذى يستخدم فى المنازل .

الإستخدام :

مادة أولية هامة فى تحضير الكثير من المركبات العضوية **مثل** (الحرير الصناعى – الصبغات – المبيدات الحشرية – الإضافات الغذائية) .

الحمد لله اللهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و انقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرآن ولك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و اظهرت امننا وجمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك اعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سراً و علانية أو حىّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللهم على محمد وعلى آله وسلم .

٣- **حمض البنزويك :**

الخواص :

شحيح الذوبان فى الماء لذا **يحول إلى** ملحه الصوديومى أو البوتاسيومى (**علل**) ليكون قابلاً للذوبان فى الماء **و** يسهل امتصاصه بالجسم .

الإستخدام : تضاف بنزوات الصوديوم 0,1 % للأغذية **المحفوظة** كمادة **حافظة** (**علل**) لمنع نمو **الفطريات** على هذه الأغذية .

٤- **حمض السيتريك :** ($C_6H_8O_7$)

```
      H
      |
  H—C—COOH
      |
 HO—C—COOH
      |
  H—C—COOH
      |
      H
```

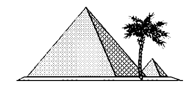
الوجود :

في الموالح مثل : الليمون **% 7 - %** 5 **و** البرتقال **%** 1 .

الإستخدام :

١- حمض السيتريك يمنع نمو **البكتريا على** الأغذية (**علل**) لأنه **يقلل** الرقم الهيدروجينى (P_H) .

٢- يضاف حمض السيتريك إلى **الفاكهة المجمدة** (**علل**) ليحافظ على **لونها** و **طعمها** .



٥- **حمض اللاكتيك :** ($C_3H_6O_3$)

```
       OH
       |
C H3—CH—COOH
```

الوجود :

١- فى **اللبن** نتيجة لفعل **الأنزيمات** التى تفرزها بعض أنواع **البكتريا** على سكر اللبن (**اللاكتوز**) .

٢- يتولد فى **الجسم** نتيجة للمجهود الشاق و يسبب تقلصاً فى **العضلات** .

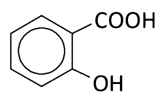
٦- **حمض الأسكوربيك [فيتامين جـ أو C : $C_6H_8O_6$] :**

الوجود : فى **الحمضيات** (الموالح) **و** الفواكه **و** الخضروات مثل الفلفل **الأخضر** .

الأهمية :

- من **الفيتامينات** التى يحتاج إليها **الجسم** بكميات **قليلة** و يؤدى **نقصه** إلى **تدهور** بعض الوظائف **الحيوية** فى الجسم **و** الإصابة بمرض **الإسقربوط** (من أعراضه نزيف اللثة **و** تورم المفاصل ، **يؤدى إلى ضعف فى الجسم عامة و آلام فى الأطراف و قد يؤدى إلى الموت**) .

- **يتحلل** بالحرارة **و** فعل الهواء ؛ لذا يفضل أكل الخضروات **طازجة** .



٧- **حمض السلسليك :**

الإستخدام :

١- مستحضرات **التجميل** الخاصة **بالجلد** (**علل**) لإعطائه النعومة أو للحماية من أشعة الشمس .

٢- القضاء على حب الشباب **و الثآليل** الجلدية (**عين السمكة**) .

٢- صناعة الأسبيرين .

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم

الأحماض الأمينية Amino acids

هى مشتقات أمينية للأحماض الكربوكسيلية .

- أبسط أنواع الأحماض الأمينية هو حمض الجلايسين (**أمينو أسيتيك**) و يتكون نتيجة لإحلال مجموعة **أمينو** ($-NH_2$) محل ذرة **هيدروجين** من مجموعة **الألكيل** فى جزئ حمض **الأسيتيك** :

$$-NH_2 + H-CH_2-COOH \longrightarrow H_2N-CH_2-COOH$$

مجموعة أمينو ، حمض أسيتيك ، حمض جلايسين (حمض أمينو أسيتيك)

- الأحماض الأمينية الموجودة فى **الطبيعة** متعددة و **لكن** يوجد منها **عشرون** حمض **فقط** فى البروتينات **الطبيعية** .

- تتميز الأحماض **الأمينية** الموجودة فى **البروتينات** بأنها جميعاً من نوع **الألفا أمينو** :

$$R-\overset{\alpha}{C}H(NH_2)-COOH$$

أى أن مجموعة الأمينو متصلة بذرة الكربون ألفا (α) التى تلى مجموعة الكربوكسيل مباشرة .

علل : حمض الجلايسين من النوع ألفا أمينو .

تعتبر البروتينات بوليمرات للأحماض الأمينية .

اللهم فاطر السماوات و الأرض ، علام الغيب و الشهادة ، ذا الجلال و الإكرام ، إنى اعهد إليك فى هذه الحياة الدنيا ، و اشهدك و كفى بك شهيداً أنى اشهد ان لاإله إلا انت وحدك لا شريك لك ، و ان محمداً عبدك و رسولك ، و أشهد أن وعدك حق ، و لقاءك حق ، و الجنة حق ، و أن الساعة لاريب فيها ، و أنك تبعث من فى القبور ، و أنك إن تكلنى إلى نفسى تكلنى إلى ضعف و عورة و ذنب و خطيئة ، و إنى لا اثق إلا برحمتك فاغفر لى ذنوبى كلها و تب علىّ إنك أنت التواب الرحيم .

الإسترات

هي نواتج اتحاد الأحماض الكربوكسيلية مع الكحولات . (تحتوى على مجموعة الإستر الوظيفية -COO-) .

- تنتشر الإسترات بكثرة فى **الطبيعة** فهى توجد فى كل من المواد النباتية **و** الحيوانية **فهى** التى تمد **الفواكه و** الأزهار **و** الزيوت العطرية **برائحتها** و **المذاق** الخاصة بها .

- تم **تحضير** العديد من الإسترات العضوية لإنتاج العطور **و** النكهات **تجارياً** (مكسبات الطعم و الرائحة) و تستخدم **إما بمفردها أو** ممزوجة بمركبات طبيعية .

- **تقل** رائحة **الإسترات** تدريجياً **بزيادة** الكتل **الجزيئية** للكحولات **و** الأحماض العضوية المستخدمة فى **تكوينها** فهى تتغير **من سوائل ذات** رائحة ذكية **إلى** مواد **صلبة** شمعية **عديمة** الرائحة .

★★ **أمثلة للإسترات :**

١) **الشموع** التى يمثلها شمع النحل : **إسترات** ذات كتلة جزيئية **مرتفعة** .

٢) **الزيوت و الدهون** : **إسترات** ناتجة **من** إرتباط **الجلسرين** (كحول ثلاثى الهيدروكسيل) مع أحماض دهنية **عالية** .

التسميــة :

يسمى الإستر باسم الشق **الحامضى** و أسم مجموعة **الألكيل من الكحول** [ألكانوات + الألكيل]

أمثلة :

$CH_3COOC_2H_5$	$C_2H_5COOCH_3$	$HCOOCH_3$	$CH_3COOC_6H_5$	$C_6H_5COOC_2H_5$
إيثانوات الإيثيل	**بروبانوات الميثيل**	**ميثانوات الميثيل**	**إيثانوات الفينيل**	**بنزوات الإيثيل**
Ethyl ethanoate	Methyl propanoate	Methyl methanoate	Phenyle ethanoate	Ethyl benzoate
أسيتات الإيثيل	**بروبيونات الميثيل**	**فورمات الميثيل**	**أسيتات الفينيل**	**بنزوات الإيثيل**
Ethyl acetate	Methyl propionate	Metyl formate	Phenyle acetate	Ethyl benzoate

★ **طريقة تحضير الإسترات** : (**الطريقة المباشرة**)

تفاعل الحمض الكربوكسيلى مع الكحول فى وجود مادة **نازعة** للماء مثل حمض الكبريتيك المركز **أو** غاز HCl جاف .

* **مثال :**

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \xrightarrow[Conc]{H_2SO_4} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

حمض أسيتيك — كحول إيثيلى — أسيتات الإيثيل

علل : استخدام حمض الكبريتيك المركز أو غاز كلوريد الهيدروجين الجاف عند تحضير الإسترات .

الخواص الفيزيائية :

١) معظمها سوائل .

٢) **تقل** درجة غليانها عن درجات غليان الكحولات **أو** الأحماض **المتساوية** معها فى الكتلة الجزيئية .

⇦ **علل : درجة غليان الإسترات تقل كثيراً عن درجة غليان الأحماض و الكحولات المساوية لها فى الكتلة الجزيئية .**

✍ لعدم احتواء الإسترات على مجموعة الهيدروكسيل **القطبية** الموجودة فى كل من الكحولات و الأحماض التى تعمل على ربط جزيئاتها مع بعضها بالروابط **الهيدروجينية** .

الكتلة الجزيئية		الحمض	الكحول	الإستر
60	**الأسم و الصيغة**	**إيثانويك (الأسيتيك)** CH_3COOH	**بروبانول** C_3H_7OH	**فورمات الميثيل** $HCOOCH_3$
	درجة الغليان	118 °c	97,8 °c	31,8 °c
74		**بروبانويك (بروبيونيك)** C_3H_7COOH	**بيوتانول** C_4H_9OH	**أسيتات الميثيل** CH_3COOCH_3
	درجة الغليان	141 °c	118 °c	57 °c

س : رتب المركبات العضوية التالية تصاعدياً حسب درجة غليانها مع بيان السبب :

بروبانول – إثانويك – ميثانوات ميثيل . (الكتلة الجزيئية لهم تقريباً 60)

الخواص الكيميائية :

[١] التحلل المائى

- **التحلل المائى الحمضى (ماء محمض بحمض معدنى) :**

هو تحلل الإستر بالتسخين مع الماء فى وجود حمض معدنى مخفف كعامل مساعد لينتج الكحول و الحمض العضوى مرة أخرى (عكس الإسترة) .

$$CH_3COOC_2H_5 + HOH \xrightarrow{H^+} CH_3COOH + C_2H_5OH$$

⇦ **علل : استخدام حمض معدنى مخفف فى التحلل المائى للإسترات .**

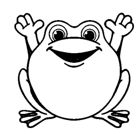
- **التحلل المائى القاعدى : (التصبن)**

تسخين الإستر مع محلول مائى لقلوى لينتج الكحول و ملح الحمض " الصابون " .

$CH_3COOC_2H_5 + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + C_2H_5OH$

$C_6H_5COOC_2H_5 + NaOH \longrightarrow C_6H_5COONa + C_2H_5OH$

الصابون : هو أملاح الصوديوم لأحماض كربوكسيلية عالية .



⇦ **علل : استخدام قلوى فى التحلل المائى للإسترات " معلومة إضافية " .**

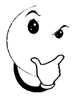
↵ ليتفاعل مع الحمض العضوى الناتج و يمنع حدوث التفاعل العكسى .

[٢] التحلل بالأمونيا : (التحلل النشادرى)

تسخين الإسترات مع الأمونيا لينتج الكحول و أميد الحمض العضوى .

$CH_3COOC_2H_5 + NH_3 \longrightarrow CH_3CONH_2 + C_2H_5OH$

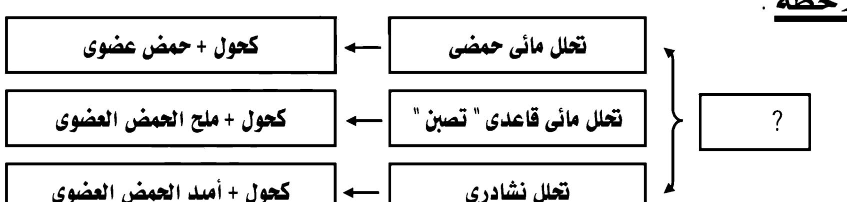
أسيتات الإيثيل ⟶ **أسيتاميد**



$C_6H_5COOC_2H_5 + NH_3 \longrightarrow C_6H_5CONH_2 + C_2H_5OH$

بنزوات الإيثيل ⟶ **بنزاميد**

* **ملاحظة** :



★ **س : علل لما يلى :**

١) **تختلف** تسمية المركب $CH_3COOC_2H_5$ عن المركب $C_2H_5COOCH_3$.

٢) **تختلف** نواتج التحلل المائى لأسيتات الفينيل عن بنزوات الميثيل رغم اشتراكهما فى الصيغة الجزيئية .

٣) تستخدم **الإسترات** فى صناعة العطور الصناعية .

* **س : وضح بالمعادلات كيف تحصل على ما يلى :**

١) الميثان - الإيثيلين من أسيتات الإيثيل .
٢) أسيتات الإيثيل من الأستيلين .
٣) الطولوين من بنزوات الإيثيل والعكس .
٤) أسيتاميد من الأستيلين .
٥) بنزاميد من الطولوين .
٦) ميتا كلوروبنزين من بنزوات الإيثيل .

كلمات الفرج

لا إله إلا الله الحليم الكريم ، لا إله إلا الله العلّى العظيم ، لا إله إلا الله رب السماوات السبع ورب العرش العظيم

⋆ ا لإسترات في حياتنا

١- الإسترات كـ : مكسبات للطعم و الرائحة :

⇦ علل : تستخدم الإسترات كمكسبات للطعم و الرائحة .

↵ لأنها لها رائحة ذكية جعلت منها مواد مهمة فى كثير من الصناعات الغذائية كمكسبات طعم و رائحة .

٢- الإسترات كـــ : دهون و زيوت :

الزيوت و الدهون : **هى إسترات ناتجة من تفاعل الجليسرول مع الأحماض العضوية** .

⇦ علل : تسمى جزيئات الزيوت و الدهون بثلاثى الجلسريد .

↵ لأن كل **جزئ** منها يتكون من تفاعل **جزئ** من الجلسرين (كحول ثلاثى الهيدروكسيل) مع **ثلاثة جزيئات** من الأحماض **الدهنية** .

- قد تكون الأحماض الدهنية الثلاثة من نوع واحد **أو** قد تكون مختلفة و قد تكون السلسلة الكربونية لهذه الأحماض طويلة **أو** قصيرة - مشبعة **أو** غير مشبعة .

$$\begin{array}{l} CH_2-O-H \\ | \\ CH-O-H \\ | \\ CH_2-O-H \end{array} \quad + \quad \begin{array}{l} HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R_1 \\ HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R_2 \\ HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R_3 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} CH_2-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R_1 \\ | \\ CH-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R_2 \\ | \\ CH_2-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R_3 \end{array} \quad + \quad 3H_2O$$

جلسرين (كحول ثلاثي الهيدروكسيل) — ثلاثة أحماض دهنية — أستر ثلاثي الجلسريد (زيت أو دهن)

** عملية التصبن

✍ **هى التحلل المائى للزيوت أو الدهون (ثلاثى الجلسريد) فى وجود مادة قلوية قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم** NaOH **أو هيدروكسيد بوتاسيوم** KOH .

- تعتبر عملية التصبن هى الأساس الصناعى لتحضير كلاً من الجلسرين و الصابون .

علل : تسمى عملية التحلل المائى القاعدى للإسترات بالتصبن .

٣- الإسترات كـ : بوليمرات (البولي إستر) :

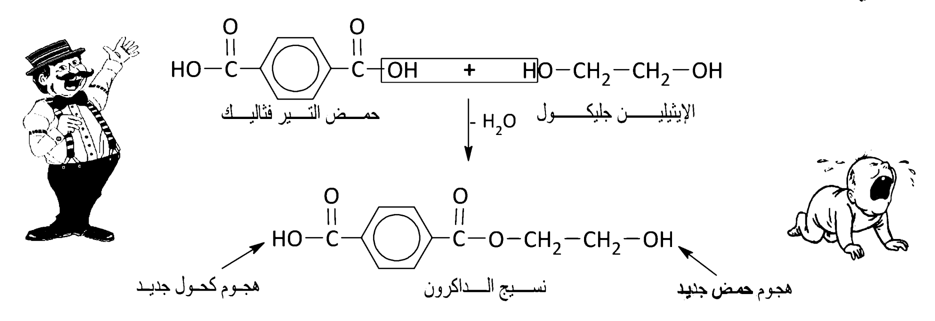
✍ **البولى إسترات :**

بوليمرات تنتج من عملية تكاثف مشتركة لمونومرين أحدهما جزئ ثنائى الحامضية و الآخر كحول ثنائى الهيدروكسيل .

* **مثال : نسيج الداكرون** و يُصنع **بأسترة** حمض التيرفثاليك و الإيثيلين جليكول .

* **استخدامه** :

نظرا **لخمول** الداكرون تصنع منه أنابيب لإستبدال الشرايين التالفة **كما تصنع منه** صمامات القلب **الصناعية** .



تستمر عملية التكاثف **كيميائياً** بأن يهاجم الكحول طرف الجزئ من ناحية الحمض **أو** يهاجم الحمض طرف الجزئ من ناحية الكحول **و بتكرار** عملية التكاثف يتكون جزئ طويل جداً يسمى **البولى إستر .**

٤- الإسترات كـ : عقاقير طبية :

✍ تستخدم الإسترات العضوية فى عمل **كثير من العقاقير أشهرها** و **أبسطها** : الأسبرين – زيت المروخ

✍ **الحمض العضوى المستخدم فى تحضير الأسبرين و زيت المروخ هو حمض السلسليك .**

⇦ **علل : حمض السلسليك يمكن أن يتفاعل كحمض أو كحول (فينول) .**

⇨ لإحتوائه على مجموعة **الكربوكسيل** المميزة للأحماض و مجموعة **الهيدروكسيل** المميزة للكحولات

* **ملحوظة :**

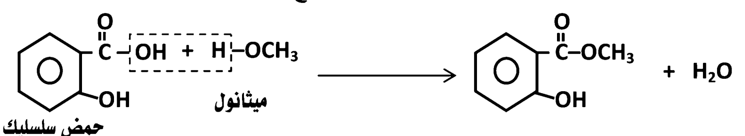
عند تحضير زيت المروخ يتفاعل حمض السلسليك مع الميثانول **كحمض** وعند تحضير **الأسبرين** يتفاعل حمض السلسليك مع حمض الأسيتيك **ككحول** .

أولاً : زيت المروخ (سلسيلات الميثيل)

هو إستر يستخدم كدهان موضعى حيث يمتص عن طريق الجلد لتخفيف الآلام الروماتيزمية .

التحضير :

بتفاعل حمض **السلسليك** بواسطة مجموعة **الكربوكسيل** الحمضية مع **الميثانول** .



ثانياً : الأسبيرين (أستيل حمض السلسليك)

هو إستر يستخدم فى تخفيف آلام الصداع و خفض الحرارة و يقلل من تجلط الدم فيمنع حدوث الأزمات القلبية .

التحضيـر :

بتفاعل حمض **السلسليك** بواسطة مجموعة **الهيدروكسيل** مع حمض **الأسيتيك** .

$$C_6H_4(OH)COOH + HO-CO-CH_3 \longrightarrow C_6H_4(COOH)(O-CO-CH_3) + H_2O$$

حمض سلسليك   حمض أسيتيك

↩ إحتواء **الأسبيرين** على مجموعة **الأسيتيل** (CH_3CO -) **تجعله** عديم الطعم تقريباً و **تقلل** من حموضته .

⇦ علل : ينصح الأطباء بتفتيت حبة الأسبيرين قبل بلعها أو أخذها مذابة فى الماء .

↩ لأن الأسبيرين يتحلل **مائياً** فى **الجسم** و يعطى حمض السلسليك **و** حمض الأسيتيك و هى أحماض تسبب **تهيج** لجدار المعدة و قد تسبب **قرحة** المعدة .

$$C_6H_4(COOH)(O-CO-CH_3) + H_2O \longrightarrow C_6H_4(COOH)(OH) + HO-CO-CH_3$$

الأسبرين   حمض سلسليك   حمض أسيتيك

⇦ علل : هناك أنواع من الأسبيرين تكون مختلطة بمادة قلوية مثل هيدروكسيد الألومنيوم .

↩ لتعادل **حموضة** حمض السلسليك **و** حمض الأسيتيك الناتجين من **تحلل** الأسبيرين مائياً فى الجسم .

*** معلومة اضافية :**

هيدروكسيد الألومنيوم مادة جيلاتينية تعمل على تبطين جدار المعدة لحمايته من تأثير **حمض** السلسليك و حمض الأسيتيك .

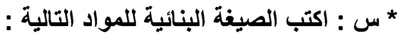
تدريب

*** س : وضح بالمعادلات ماذا يحدث عند :**

١) التحلل المائى لكلوريد الميثيل ثم إضافة حمض السلسليك للناتج .

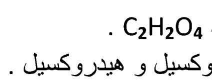
٢) أكسدة الإيثانول أكسدة تامة ثم إضافة حمض السلسليك للناتج .

*** س : اكتب الصيغة البنائية للمواد التالية :**



١) حمض أروماتى ثنائى الكربوكسيل $C_8H_6O_4$.

٢) حمض أروماتى به مجموعة كربوكسيل و مجموعة هيدروكسيل .



٣) حمض أليفاتى ثنائى الكربوكسيل $C_2H_2O_4$.

٤) حمض أليفاتى به مجموعتى كربوكسيل و هيدروكسيل .

٥) ثلاث كحولات لهم الصيغة $C_4H_{10}O$.

*** س : من الجدول التالى وضح ما يلى :**

أسيتات ميثيل	أسيتات صوديوم	حمض إيثانويك
فورمات ميثيل	أسيتات بوتاسيوم	فورمات ايثيل

١) الإسترات . ٢) أملاح الأحماض الكربوكسيلية .
٣) المركبات المسماة بنظام الأيوباك . ٤) المركبات التى توجد بها مشابهة جزيئية .

*** س : اكتب الصيغة البنائية للحمض الناتج من أكسدة ما يأتى :**

$CH_3 - \underset{CH_3}{\underset{\vert}{CH}} - \underset{CH_3}{\underset{\vert}{CH}} - \overset{O}{\overset{\Vert}{C}} - H$	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$	$CH_3\,OH$

*** س : من الجدول التالى وضح ما يلى :**

$CH_3 - \overset{O}{\overset{\Vert}{C}} - ONa$	$CH_3 - \overset{O}{\overset{\Vert}{C}} - O - CH_3$
$CH_3 - CH_2 - COOH$	$CH_3 - \overset{O}{\overset{\Vert}{C}} - CH_3$
$CH_3 - \overset{O}{\overset{\Vert}{C}} - O - C_2H_5$	$CH_3 - \overset{O}{\overset{\Vert}{C}} - OH$

١) المركبات التى ينتج عند تميؤها حمض الإيثانويك .
٢) المركبات التى يستخدم حمض الإيثانويك فى تحضيرها .
٣) المركبات التى تتفاعل مع محلول الصودا الكاوية .
٤) المركبات التى تعطى فوران مع بيكربونات الصوديوم .
٥) المركبات التى يعطى محلولها المائى أيون الكربوكسيل .

الحمد لله اللهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و أنقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرآن و لك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و أظهرت امننا و جمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سراً و علانية أو حىّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللهم على محمد و على أله و سلم .